



Estudo e quantificação dos resíduos da rega da cultura do tomate

Mariana Mata da Silva

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Orientadores: Prof.^a Doutora Cláudia Saramago de Carvalho Marques dos Santos Cordovil

Eng.^o João Santos Silva

Júri:

Presidente:

Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte, Professora Catedrática Aposentada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutora Cláudia Saramago de Carvalho Marques dos Santos Cordovil, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Licenciado António Lopes Dias, Director Geral da VALORFITO, na qualidade de especialista.

AGRACEDIMENTOS

Ao longo destes meses de estudo, tive a possibilidade de trabalhar e aprender com algumas pessoas às quais agradeço e não esquecerei o seu contributo.

Antes demais agradeço à Valorfito a oportunidade de receber a Bolsa Armando Murta, foi sem dúvida um privilégio.

À Professora Cláudia Cordovil, minha orientadora, pela a sua disponibilidade, facilidade em comunicarmos e também pela revisão de texto.

Ao meu co-orientador, Eng.º João Santos Silva pela boa disposição e motivação transmitida ao longo destes meses e também pelas conversas que tivemos em que sempre aprendi algo de novo.

A disponibilidade do Eng.º António Wemans, para me ajudar a esclarecer algumas questões e também na partilha de informação sobre a exploração em estudo, muito obrigada António, foste incansável.

Ao professor Nuno Cortez pelo auxílio na caracterização dos solos.

O ensaio em Beja, no COTR, não teria sido possível sem o contributo do Eng.º Gonçalo Rodrigues, do qual agradeço pois este ensaio complementa e torna esta dissertação mais interessante. Agradeço também ao Eng.º Hugo Santinhos que me acompanhou neste ensaio sempre com muita calma e paciência num longo dia de trabalho de campo.

A todos os representantes e colaboradores das diversas empresas de sistemas de rega com quem tive a oportunidade de falar, aprender e esclarecer algumas dúvidas que iam surgindo no trabalho.

Aos meus pais, que foram sempre um grande exemplo para mim e pelo seu apoio desde o início deste percurso académico, o vosso apoio foi e será sempre fundamental.

À minha prima e ao meu irmão pela coragem que me transmitiram tantas vezes e pelas palavras de conforto. E claro, aos meus amigos, em especial ao Daniel Fonseca, Cátia Martins, Rafael Capinha, Bárbara Coelho e Luísa Pereira, que me acompanham e apoiaram nesta fase e que sempre se mostraram interessados.

Muito obrigada a todos pelo apoio e força, tudo se tornou mais simples, obrigada por acreditarem sempre em mim!

RESUMO

Este trabalho teve como principal objetivo estudar e quantificar os resíduos plásticos associados ao sistema de rega gota-a-gota na cultura do tomate para indústria.

Assim, ao longo deste trabalho realizou-se uma caracterização qualitativa do ponto de vista funcional e material da fita de rega e acessórios e também uma caracterização quantitativa, a partir de uma extrapolação na qual se obteve um inventário dos resíduos plásticos necessários no sistema de rega gota-a-gota assim como as toneladas produzidas anualmente. O inventário foi criado utilizando uma exploração modelo no Ribatejo.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a fita de rega é o resíduo que mais contribui para um maior impacto ambiental, uma vez que para esta cultura são necessárias cerca de 1900 toneladas por ano.

As soluções apresentadas para os resíduos estudados ao longo deste trabalho, são o reaproveitamento da fita de rega e acessórios para outras culturas, a reciclagem, utilização de resíduos em processos industriais a partir de técnicas como moldagem por injeção, rotomoldagem, extrusão e moldagem por sopro.

A última solução, mais ambiciosa, seria a possibilidade de produzir fita de rega a partir de matéria-prima biodegradável de forma alternativa e viável de substituição das fitas de rega fabricadas com os plásticos convencionais.

PALAVRAS-CHAVE: Tomate para indústria, fita de rega gota-a-gota, soluções sustentáveis de gestão.

ABSTRACT

This work aimed to study and quantify the plastic waste associated with drip irrigation system in the tomato crop for industry.

Therefore, throughout this work it was carried out a qualitative characterization of a functional standpoint and irrigation tape of equipment and accessories and also a quantitative characterization from an extrapolation where there was obtained an inventory of waste plastics required in drip irrigation system as well as tons produced annually. The inventory was created using a model farm in Ribatejo.

The results showed that irrigation tape is the residue that contributes to a greater environmental impact, since in this culture are needed about 1900 tons per year.

The solutions for waste studied throughout this work, are the reuse of irrigation tape and accessories for other cultures, recycling, use of waste in industrial processes from techniques such as injection molding, rotational molding, extrusion and blow molding.

The latter solution, more ambitious, would be the possibility of producing irrigation tape from biodegradable material and viable alternative form of substitution of the irrigation tape made of conventional plastics.

KEYWORDS: Tomato for industry, drip tape irrigation, sustainable management solutions.

ÍNDICE

AGRACEDIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE QUADROS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Cultura do tomate	3
2.1.1. Características da cultura	3
2.1.2. Morfologia da cultura	3
2.1.3. Fenologia e exigências ambientais	4
2.1.3.1. Exigências climáticas e preferências edáficas	5
2.1.3.2. Acidentes fisiológicos.....	6
2.1.4. Inimigos da cultura.....	6
2.1.4.1. Pragas	6
2.1.4.2. Doenças	7
2.1.4.3. Vírus	8
2.1.4.4. Nemátodos	8
2.1.5. Composição.....	9
2.1.6. Processamento.....	9
2.1.6.1. No Mundo	9
2.1.6.2. Em Portugal	9
2.1.7. Utilizações	10
2.2. Sistemas de cultura de tomate	10
2.2.1. Tecnologia do cultivo do tomate para indústria	10
2.2.1.1. Ciclo cultural	10
2.2.1.2. Rotação	11
2.2.1.3. Preparação do terreno e instalação da cultura	11
2.2.1.4. Combate às infestantes	12
2.2.1.5. Necessidades da cultura.....	12
2.3. Produção de tomate para indústria em Portugal	13
2.3.1. Caracterização do Clima.....	15
2.3.1.1. Temperatura	16

2.3.1.2. Precipitação	18
2.3.2. Caracterização do solo	20
2.4. Importância da rega.....	21
2.4.1. Sistemas de rega.....	22
2.4.2. Sistema de rega gota-a-gota	24
2.4.3. Características da fita de rega e acessórios usados no tomate para indústria	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1. Caracterização da exploração	34
3.1.1. Análise do solo	35
3.1.2. Análise da folha	36
3.2. Ensaio de reaproveitamento da fita de rega para 2ª campanha do tomate de indústria	36
3.2.1 Localização do ensaio	37
3.2.2. Delineamento experimental	37
3.3. Destino da fita de rega após a campanha	38
3.3.1. Avaliação Qualitativa	39
3.3.2. Avaliação Quantitativa	42
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	44
4.1. Registo experimental.....	44
4.1.1. Análise do solo	44
4.1.2. Análise da folha	44
4.2. Ensaio de reaproveitamento da fita de rega para 2ª campanha do tomate de indústria	45
4.3. Destino da fita de rega após a campanha	45
4.3.1 Avaliação Qualitativa	45
4.3.2. Avaliação Quantitativa	47
4.4. Soluções propostas de valorização para a fita de rega e acessórios.....	48
4.4.1. Reaproveitamento da fita de rega.....	48
4.4.2. Utilização da fita de rega em processos industriais.....	49
4.4.2.1. Moldagem por injeção.....	51
4.4.2.2. Rotomoldagem	51
4.4.2.3. Extrusão	52
4.4.2.4. Moldagem por sopro	52
4.4.3. Fitas de rega biodegradáveis.....	52
5. CONCLUSÕES	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Colheita do tomate para indústria, Agosto 2016	11
Figura 2 – Terreno armado em camalhões.....	12
Figura 3 – Mapa de Portugal e regiões produtoras de tomate para indústria.....	14
Figura 4 – Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar, <i>Centro</i>	16
Figura 5 – Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar, <i>grande Lisboa</i>	17
Figura 6 – Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar, <i>Alentejo</i>	17
Figura 7 – Dados médios da precipitação mensal, <i>Centro</i>	18
Figura 8 – Dados médios da precipitação mensal, <i>grande Lisboa</i>	19
Figura 9 – Dados médios da precipitação mensal, <i>Alentejo</i>	20
Figura 10 – Terreno preparado em camalhões e rega gota-a-gota.....	23
Figura 11 – Implementação de um sistema de rega gota-a-gota	24
Figura 12 – Tipo de gotejador: a) junto ao orifício; b) ao longo do comprimento da fita	26
Figura 13 – Estrutura molecular do etileno e polímero de polietileno.....	28
Figura 14 – Uniões de fita de rega	32
Figura 15 – Estrutura molecular do propileno e polímero do polipropileno.....	32
Figura 16 – Transplantação da planta do tomateiro.....	35
Figura 17 – Ensaio, reaproveitamento da fita de rega	37
Figura 18 – Fita de rega danificada	38
Figura 19 – Fita de rega e união de fita	38
Figura 20 – Fita de rega após ser retirada do campo	39
Figura 21 – Ensaio da capacidade de funcionamento da fita de rega após uma campanha	40
Figura 22 – Válvula de entrada e regulador de pressão	41
Figura 23 – Secção de uma máquina de moldagem e injeção	51
Figura 24 – Secção de uma máquina de extrusão	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Enquadramento taxonómico do tomate	3
Quadro 2 - Maiores produtores da Lezíria do Tejo e áreas respetivas.....	15
Quadro 3 - Sistema de classificação de rega	22
Quadro 4 - Características típicas de fitas de rega mais usadas em Portugal	27
Quadro 5 - Propriedades PEAD e PEBD.....	29
Quadro 6 - Caraterísticas do gotejador da fita de rega	30
Quadro 7 - Características do gotejador da cinta de gotejamento	31
Quadro 8 - Propriedades do PP	33
Quadro 9 - Características das fitas de rega utilizadas no ensaio da capacidade de funcionamento da fita de rega após uma campanha	42
Quadro 10 - Dados utilizados no inventário	42
Quadro 11 – Teor de potássio e fósforo no solo	44
Quadro 12 – Teor de macronutrientes na folha do tomateiro.....	45
Quadro 13 – Resultados do ensaio, relação P-Q.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS

APL - Ácido poliláctico

COTR - Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio

GPE-APEP - Gabinete de Planeamento Estratégico e Área de Planeamento Estratégico e Projetos

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

P-Q – Pressão - Caudal

PCL - Copolímero de policaprolactona

PE - Polietileno

PEAD – Polietileno de alta densidade

PEBD- Polietileno de baixa densidade

PET - Politereftalato de polietileno

PHB - Copolímero polihidroxibutirato

PP - Polipropileno

PS - Poliestireno

PVC - Policloreto de vinilo

S.R.O.A - Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

TSS – Teor de sólidos solúveis

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o uso de plásticos na agricultura tem vindo a ser cada vez mais comum e a sua utilização aumentou significativamente a partir de meados do século XX, este aumento deve-se às características comuns dos diferentes tipos de plástico, assim como leveza, resistência e o baixo custo (Mugnozza et al., 2011).

O uso intensivo destes plásticos origina por ano milhares de toneladas de resíduos, alguns dos quais não sofrem ainda processos de tratamento adequados, constituindo uma preocupação a nível ambiental, uma vez que terminada a sua utilidade deverão ser tratados e valorizados.

Atualmente a eliminação de resíduos plásticos pode ter quatro destinos finais diferentes, tais como, aterro sanitário, incineração, reciclagem mecânica e reciclagem química (Miskolczi et al., 2009).

O sector agrícola é responsável pela utilização de diversos plásticos usados na proteção de silagem, cobertura do solo, cobertura de estufas, assim como tubagens utilizadas nos sistemas de rega. O sistema de rega localizada, microaspersores e gota-a-gota, tem uma maior utilização nos Estados Unidos, Israel, África do Sul, Austrália, México, Espanha e França. Em Portugal, nos últimos anos a utilização deste sistema tem aumentado, em especial no Algarve, Ribatejo, Alentejo e Oeste. A rega gota-a-gota, foi implementada e melhorada no início dos anos 60 em Israel, podendo ser empregue para diversas culturas, semeadas ou plantadas em linha (Raposo, 1996).

Na cultura do tomate para indústria, cultura instalada ao ar livre de forma extensiva, um dos fatores mais relevantes para a produção é a disponibilidade de água e nutrientes e o sistema de rega implementado é geralmente a gota-a-gota. Esta rega permite por intermédio de gotejadores que libertam a água sob a forma de gotas, o humedecimento de uma área parcial do terreno, de forma gradual e lenta, permitindo ainda a aplicação de fertilizantes, ao longo do ciclo cultural da planta. Este método, pode atingir elevada eficiência de rega sendo também recomendada para regiões de elevada escassez de água e em solos de baixa fertilidade. No final do ciclo da cultura, a fita de rega é em parte retirada do terreno e enviada para a reciclagem, a restante que não se consegue retirar fica acumulada no próprio terreno.

Estes resíduos ao serem deixados, poderão ser responsáveis por contaminação da água, solo e ar, devido à libertação de substâncias nocivas, levando à degradação da aptidão dos solos podendo ainda contaminar os alimentos (Briassoulis et al., 2012).

Desta forma, esta dissertação tem como objectivo aprofundar os conhecimentos dos resíduos plásticos do sistema de rega gota-a-gota que são utilizados na cultura do tomate para indústria em Portugal, de forma a apresentar soluções viáveis e sustentáveis de gestão alternativa para os plásticos abandonados.

Ao longo deste projeto, a metodologia adotada de forma a cumprir os objetivos propostos, foi a seguinte:

- a)** Estudo e conhecimento da cultura do tomate para indústria;
- b)** Avaliação qualitativa dos resíduos plásticos do sistema de rega, fita de rega e acessórios, gerados ao longo da campanha do tomate, realizando uma caracterização da fita de rega do ponto de vista funcional e material;
- c)** Obtenção de um inventário, avaliação quantitativa, de resíduos que são originados ao longo da campanha, a partir de informação proveniente de explorações na Lezíria do Tejo, alcançando dados aproximados das quantidades produzidas a nível nacional.

Este projeto permitiu avaliar e conhecer as características dos plásticos que são usados no sistema de rega gota-a-gota na cultura do tomate. Os resultados deste estudo, possibilitaram a obtenção de importantes informações assim como dados que serão bastante relevantes para a implementação de soluções e medidas, que sejam adequadas no que diz respeito à valorização dos resíduos plásticos resultantes do sistema de rega gota-a-gota na cultura do tomate.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura do tomate

2.1.1. Características da cultura

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) pertence à família das Solanáceas e teve origem na região andina da América do Sul, mas foi no México que esta cultura foi cultivada, pelos Astecas, chegando mais tarde à Europa, a partir desse mesmo país, em 1544 (Almeida, 2006).

Ao longo dos anos, a designação científica do tomate tem sofrido alterações, no entanto, têm permanecido em diversas bibliografias o nome *Lycopersicon esculentum*, para que haja estabilidade na nomenclatura.

Lycopersicon esculentum Mill, pertence a uma das nove espécies que fazem parte do género, sendo um dos mais pequenos na família das Solanáceas.

Abaixo está representado o enquadramento taxonómico da planta do tomate.

Quadro 1 – Enquadramento taxonómico do tomate (Adaptado de Nuez,1995 ; Almeida, 2006)

Classe	Dicotyledoneas
Ordem	Solanales (Personatae)
Família	<i>Solanaceae</i>
Subfamília	<i>Solanoideae</i>
Tribo	<i>Solaneae</i>
Género	<i>Lycopersicon</i>
Espécie	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill

2.1.2. Morfologia da cultura

O tomateiro é uma planta herbácea arbustiva perene, cultivada anualmente. Existem diferentes variedades que se distinguem segundo o tipo de crescimento vegetativo, o formato dos frutos e também resistência a doenças (Maroto, 2002). O ciclo desta planta pode ser curto, de 90 a 100 dias, médio 100 a 120 dias ou longo caso seja superior a 120 dias (Almeida, 2006).

Relativamente ao crescimento da planta do tomate pode dividir-se em dois grupos, os cultivares de crescimento determinado e indeterminado (Almeida, 2006).

No crescimento determinado as plantas apresentam um caule principal cujo crescimento é definido com formação de uma inflorescência terminal (Maurício e Nunes, 2001), é também característico destas plantas um período limitado de floração e de seguida o período de maturação de frutos. Estas cultivares são habitualmente utilizadas para a indústria (Almeida, 2006).

As cultivares de crescimento indeterminado, apresentam um meristema apical que origina um crescimento contínuo do caule principal (Maurício e Nunes, 2001) e desta forma produzem inflorescências durante toda a vida. São geralmente utilizadas em estufas (Almeida, 2006).

O sistema radicular de plantas instaladas por sementeira direta é caracterizado como aprumado e profundante, com raiz principal que pode atingir 50 a 60 cm de profundidade (Maroto, 2002).

No entanto, nas plantas transplantadas, o sistema radicular é mais superficial, e as raízes laterais e também adventícias a formarem-se a partir do caule (Almeida, 2006).

A polinização é principalmente autogâmica realizada com auxílio de abelhas e abelhões. Finalmente obtêm-se o fruto, denominado também de baga plurilocular, cujo formato pode ser, redondo, piriforme ou alongado, quando está maduro o tomate pode ser amarelo, laranja ou avermelhado (Almeida, 2006).

2.1.3. Fenologia e exigências ambientais

O ciclo vegetativo da planta do tomate é constituído por quatro fases fenológicas: germinação, desenvolvimento vegetativo, floração e frutificação.

Inicialmente para que ocorra a germinação da semente do tomate, a temperatura do solo ou substrato deverá compreender o intervalo ótimo de 18 e 30°C. A emergência ocorre geralmente em 6 dias a 25°C, precisando de 90 a 100°C de temperatura acumulada (Almeida, 2006).

Quatro semanas após a sementeira ocorre a fase do desenvolvimento vegetativo, para temperaturas ótima diurnas de 23 e 17°C para noturnas (Maroto, 2002).

Nesta fase verifica-se a diferenciação da primeira inflorescência, quando a 3.^a folha verdadeira está em expansão. No entanto nas cultivares de crescimento indeterminado, o desenvolvimento vegetativo ocorre simultaneamente com o desenvolvimento reprodutivo, durante a maior parte do ciclo vegetativo (Almeida, 2006).

A fase da floração é caracterizada por apresentar a primeira inflorescência após a formação de 5 a 7 folhas nas cultivares de crescimento determinado e 6 a 11 nas cultivares de crescimento indeterminado. A temperatura reduzida na floração e a elevada intensidade luminosa origina uma diminuição do número de folhas antes da 1.^a inflorescência, acelerando a produção de folhas e aumentando a precocidade. No entanto, a elevada irradiância provoca a redução da taxa de formação de folhas (Almeida, 2006).

Por último, a frutificação que é composta por diversas fases: polinização, germinação dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico, fertilização e vingamento dos frutos.

Após o vingamento, o fruto irá crescer de forma relativamente lenta, seguida de uma fase em que ocorre o alongamento celular com duração de 3 a 5 semanas, acabando por atenuar o crescimento por 2 semanas (Almeida, 2006). Nesta fase da frutificação as temperaturas máximas ideais para esta cultura são entre 30 e 35°C e mínimas de 10 a 13°C (Maroto, 2002).

2.1.3.1. Exigências climáticas e preferências edáficas

A cultura do tomate é característica de regiões quentes, no entanto é sensível à temperatura e também às geadas. Em culturas instaladas ao ar livre pode ser efetuada em regiões onde a temperatura média superior seja 16°C e o período livre de geadas seja superior a 110 dias.

A polinização será pouco eficiente para temperaturas inferiores a 10°C e para que o vingamento dos frutos seja mais eficaz as temperaturas médias variam entre os 18 e 24°C. Relativamente ao crescimento das raízes é máximo para temperaturas entre os 15 e 19°C. A humidade relativa demasiado elevada levará ao desenvolvimento de doenças na cultura (Almeida, 2006).

Relativamente a preferências edáficas, para o tomate de indústria e também para consumo em fresco, é uma cultura que se adapta facilmente a diferentes tipos de solos, embora prefira solos profundos e bem drenados, de textura franca ou areno-argilosa.

É moderadamente sensível à salinidade, com um nível crítico de 2,5 dS.m⁻¹, uma vez que os valores demasiado elevados diminuem a produtividade da cultura. Os valores de pH ajustados para a cultura do tomate, variam no intervalo de 5,5 e 7 (Almeida, 2006).

2.1.3.2. Acidentes fisiológicos

A carência de nutrientes e as condições climáticas adversas podem provocar graves estragos nas culturas.

Na cultura do tomate, é comum haver uma deficiência de cálcio no fruto, este dano denomina-se de necrose apical, o excesso de azoto e condições de baixa luminosidade podem originar a formação de frutos ocos. Também o aumento da pressão radicular e a diminuição da transpiração da planta provocam o fendilhamento nos frutos. O excesso do vigor vegetativo provoca a formação de manchas no fruto.

Estes prejuízos na cultura podem ocorrer no tomate para indústria e para consumo em fresco (Almeida, 2006).

Por último, o escaldão cuja ocorrência é comum no tomate para indústria, cultura instalada ao ar livre, consistindo na formação de um escaldão no tomate verde, devido à incidência direta de raios solares (Almeida, 2006).

2.1.4. Inimigos da cultura

Para evitar o ataque de diversos inimigos da cultura do tomate para indústria é importante a escolha da cultivar a utilizar, que deverá ser obtida com base na região e nos inimigos presentes nessa zona, desta forma é também importante selecionar as plantas de viveiros certificados. Também as características do solo, a sua preparação e a escolha por rotações podem minimizar o ataque de diversos fungos no solo e infestantes. Após a plantação poderão ser também tomadas medidas indiretas de luta, como é o caso da adubação e rega adequadas, monda e vigilância da cultura (Amaro e Mexia, 2006).

A cultura do tomate é sensível a diversos tipos de pragas, doenças provocadas por fungos ou bactérias, vírus e também inúmeros nemátodos, conhecidos por originar diversos prejuízos (Maurício e Nunes, 2001).

2.1.4.1. Pragas

A cultura do tomate é atacada por diversos tipos de pragas, como por exemplo, afídeos, tripses, moscas brancas, ácaros, larvas mineiras, lagartas do tomate e do solo.

Os afídeos mais comuns são da espécie, *Myzus persicae* Sulzer, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Aphis gossypii* Glover e *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), responsáveis por retirar a seiva da planta, que irá causar a morte prematura dos tecidos da mesma, são apenas considerados um perigo para o desenvolvimento da planta do tomateiro, caso ataquem em número suficiente (Maurício e Nunes, 2001).

Os ácaros mais comuns são da espécie, *Tetranychus urticae* Koch, conhecida como *aranhiço-vermelho* e *Aculops lycopersici* (Massee), o ácaro do bronzeamento do tomate.

O ácaro, *aranhiço-vermelho*, começa por picar a página inferior das folhas o que irá provocar o aparecimento de pequenas manchas e seguidamente a folha acaba por ficar amarela. Quando ataca as folhas jovens provoca necroses nas mesmas, acabando por levar à morte da planta. No entanto, em folhas adultas o ácaro suga a seiva da folha e estas apenas secam (Maurício e Nunes, 2001).

Os estragos provocados pelos ácaros do bronzeamento incidem principalmente nas folhas da planta que inicialmente ficam amarelas e só depois passam a castanhas, acabando por secar e cair. Geralmente as plantas afetadas por estes ácaros tendem a desenvolver frutos pequenos e mal formados (Maurício e Nunes, 2001).

A lagarta do tomate, *Helicoverpa armigera*, é uma das pragas que atualmente é responsável por provocar mais prejuízos, atacando principalmente a flor e os frutos verdes, começando por furar os frutos e abrindo galerias internas até à semente, provocando o amadurecimento dos frutos de forma precoce (Amaro e Mexia, 2006).

2.1.4.2. Doenças

As doenças que afetam as plantas do tomateiro, dividem-se em dois grupos, doenças bacterianas e doenças provocadas por fungos.

As doenças bacterianas mais comuns são a murchidão bacteriana e o cancro bacteriano. A primeira é provocada pelo ataque da bactéria *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. após o ataque desta bactéria a planta do tomateiro começa a murchar e morre rapidamente sem que haja aparecimento de manchas ou amarelecimento nas folhas (Maurício e Nunes, 2001). O cancro bacteriano, é provocado pela bactéria *Clavibacter michiganensis subsp. Michiganensis* (Smith) Davis et al. e caracteriza-se pelas folhas começarem a enrolar e a amarelar (Maurício e Nunes, 2001).

Das principais doenças provocadas por fungos, salienta-se o míldio, originado pelo fungo *Phytophthora infestans*, os primeiros sintomas manifestam-se nas margens das folhas e caules. Nos frutos o ataque do fungo inicia-se com a formação de manchas irregulares de cor verde acastanhada com aspeto oleoso (Amaro e Mexia, 2006).

O oídio, *Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud ou *Oidipopsis taurica* E.S.Salmon, é também uma doença provocada por fungos, começando pelo aparecimento de manchas irregulares de cor amarela na página superior das folhas infetadas, estas acabam por morrer mas raramente caem (Maurício e Nunes, 2001).

Finalmente, a alternariose, provocada por diferentes fungos como, *Alternaria dauci f.sp. solani* (Neerg.), *Alternaria solani* Sorauner, *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl. f. *Sp. Lycopersici* Grogan et al., e *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl. De forma geral estes fungos afetam folhas, caules e também os frutos, com o aparecimento de manchas escuras que podem causar a morte da planta. O fungo *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl, apenas afecta frutos maduros, também com o aparecimento de machas escuras (Maurício e Nunes, 2001).

2.1.4.3. Vírus

Os sintomas na planta do tomate, quando atacada pelo vírus, *Tomato Spotted Wilt Virus*, inicia-se por uma clorose nas folhas tomando uma coloração castanha e brilhante, nos frutos há também aparecimento de manchas grandes. Com o desenvolver da doença as extremidades da folha acabam por morrer. Este vírus é denominado como o vírus do bronzeamento do tomateiro (Maurício e Nunes, 2001).

O vírus *Tomato Yellow Leaf Virus*, conhecido também como o vírus do frisado amarelo do tomateiro, provoca um lento desenvolvimento da planta e as folhas apresentam as margens cloróticas que enrolam para cima. Geralmente, os frutos nascem pequenos e defeituosos. A transmissão deste vírus ocorre, por vezes, devido à picada da mosca branca (Maurício e Nunes, 2001).

2.1.4.4. Nemátodos

Por fim, os nemátodos que afetam as raízes das plantas do tomateiro, provocando nanismo, amarelecimento da planta e ainda induzem a formação de quistos. São exemplos de nemátodes as espécies, *Meloidogyne* spp., *Heterodera* spp. e *Tylenchus* spp. (Maroto, 2002).

2.1.5. Composição

O tomate processado Português apresenta características ímpares, devido aos elevados teores de açúcar, reduzida acidez, alto teor de licopeno, cor vermelha intensa responsável pelo caroteno e um aroma forte. Estas características são únicas no tomate Português devido à combinação dos solos, temperatura e também localização geográfica (Agrotec, 2015). Contém ainda uma excelente fonte de vitamina C e vitamina A (Almeida, 2006).

2.1.6. Processamento

2.1.6.1. No Mundo

As regiões produtoras de tomate a nível mundial distinguem-se pelas características topográficas e condições climáticas, clima do tipo mediterrânico e savana tropical.

Na União Europeia há uma elevada produção de frutas e vegetais, sendo um dos principais produtores mundiais da cultura do tomate. No ano 2014 registou-se uma produção de tomate para consumo em fresco e indústria, de aproximadamente 17 milhões de toneladas de tomate e os países responsáveis pela maior produção são a Itália, Espanha, Grécia e Portugal (Eurostat, 2014).

2.1.6.2. Em Portugal

A cultura do tomate é considerada uma das principais culturas industriais agroalimentares do país e este sector exporta 95% da produção (INE, 2014). Por estes motivos, Portugal encontra-se no 4º lugar do *ranking* dos maiores exportadores mundiais de tomate para indústria e consumo em fresco.

No ano 2014, esta cultura hortícola, teve registo de produção de tomate para indústria de 1,4 milhões de toneladas, ocupando uma área de 17.210 ha (INE, 2014). No entanto, no ano de 2015, houve um aumento nas áreas de produção da cultura do tomate, perfazendo 19.262 ha (GPE-APEP, 2015)

Em Portugal esta cultura, localiza-se em especial na região do Ribatejo com cerca de 80% da produção.

Na classificação do tomate de indústria em Portugal, são considerados 2 parâmetros importantes, o pH do fruto e o teor de sólidos solúveis, TSS. O pH deverá apresentar um valor inferior a 4,5 e o valor de TSS deverá variar entre 3 a 8%, caso este valor seja demasiado baixo, os frutos podem ser rejeitados pela fábrica (Almeida, 2006).

2.1.7. Utilizações

O tomate pode ser consumido cru ou cozinhado e é comercializado em fresco ou processado, quando transformado pela indústria apresenta-se na forma de concentrado enlatado (cubos ou pedaços) ou desidratado. O principal produto industrial, a partir do qual se fabricam os molhos, sumos, *ketchup* e sopas, é o concentrado-base (Almeida, 2006).

2.2. Sistemas de cultura de tomate

Atualmente, são considerados 3 tipos distintos de cultura do tomateiro: horto-industrial, onde a cultura é instalada ao ar livre de forma extensiva e destinada à indústria do tomate concentrado, a cultura em estufa no solo, estabelecida para comercialização de tomate em fresco e ainda a cultura sem solo, hidroponia, geralmente praticada em estufas (Almeida, 2006).

Ao longo deste trabalho, será dada especial atenção ao primeiro sistema de cultura, o horto-industrial destinado ao tomate de indústria.

2.2.1. Tecnologia do cultivo do tomate para indústria

2.2.1.1. Ciclo cultural

A cultura do tomate tem um ciclo cultural que inicia em Março e termina em Outubro, tendo em conta que esta cultura necessita cerca de 1570°C de temperatura acumulada. Geralmente as plantações são escalonadas durante aproximadamente 10 semanas, com início no final do mês de Março e finalizadas em Junho. As colheitas começam no mês de Julho até Outubro, com auxílio de máquinas apropriadas e quando cerca de 80 a 90% dos frutos estão maduros (Almeida, 2006).



Figura 1 - Colheita do tomate para indústria, Agosto 2016

2.2.1.2. Rotação

A cultura do tomate deverá ser considerada a principal cultura de rotação, uma vez que é uma cultura esgotante relativamente à fertilidade. O período de rotação mais adequado são 4 a 5 anos, pretendendo diminuir o ataque de inimigos da cultura. Pode entrar em rotação com culturas arvenses e horto-industrial (Almeida, 2006).

2.2.1.3. Preparação do terreno e instalação da cultura

É essencial que o terreno seja bem preparado, destorreado e regularizado, de forma a realizar mobilizações superficiais garantindo o melhor possível o sucesso da cultura e também facilitar a colheita mecânica do tomate. A sua preparação inicia-se com uma lavoura a 35-40 cm, aproveitando geralmente para incorporar no terreno os corretivos orgânicos ou minerais e quando necessário as preparações podem incluir desinfeção.

A instalação da cultura pode ser realizada por transplantação ou sementeira direta. No caso da sementeira direta, ocorre com auxílio de semeadores de precisão permitindo uma redução de custos da cultura, embora seja apenas praticável em solos bem regulados e quando a temperatura do solo é elevada.

Atualmente em Portugal, a instalação mais usual para a cultura do tomate para indústria é através da transplantação com raiz protegida. Os transplantes utilizados devem ter entre 12 a 15 cm de altura e aproximadamente 4 folhas verdadeiras expandidas.

Após a plantação estar concluída, a retancho realiza-se passado uma semana. O terreno na cultura horto-industrial do tomate é armado em camalhões, como representado abaixo na figura 2 (Almeida, 2006).



Figura 2 – Terreno armado em camalhões

2.2.1.4. Combate às infestantes

O combate às infestantes é realizado antes da instalação da cultura e também na fase inicial do ciclo da mesma, uma vez que as infestantes são bastante prejudiciais.

Antes da plantação da cultura o tratamento pretende controlar infestantes anuais como as Ciperáceas, junças, com auxílio de herbicida sistémico.

Após a instalação da cultura existe necessidade de combater anuais vivazes com auxílio de substâncias ativas (Almeida, 2006).

2.2.1.5. Necessidades da cultura

A qualidade do fruto obtido depende de dois fatores muito importantes, a disponibilidade de água e os nutrientes.

O azoto, fósforo e potássio, são os nutrientes principais na cultura do tomate para indústria, sendo importante considerar os efeitos de fertilização da mesma. Durante o ciclo cultural, aproximadamente 36% do N, 23% P_2O_5 e 16% do K_2O são absorvidos pela planta permanecendo nos órgãos vegetativos e sendo posteriormente devolvidos ao solo (Almeida, 2006).

Um sistema de rega de baixa eficiência proporcionará um défice hídrico que originará diversos efeitos na cultura, dependendo do estado de desenvolvimento da mesma, isto é, caso ocorra um défice hídrico, na fase de floração e vingamento, originará uma diminuição no número de frutos, no entanto, na fase de crescimento e maturação, levará a uma diminuição do peso dos frutos e também um aumento do teor de sólidos solúveis (Almeida, 2006).

Para Portugal, cujo clima é mediterrânico, as necessidades de água durante o ciclo cultural, variam entre 4000-6000 m³.ha⁻¹ e as regas terminam 10 a 20 dias antes da data prevista da colheita, de forma a evitar uma diminuição na qualidade dos frutos (Almeida, 2006).

Na cultura do tomate para indústria o sistema de rega mais comum é o sistema de rega gota-a-gota.

2.3. Produção de tomate para indústria em Portugal

Ao longo dos anos, a produção de tomate para indústria tem aumentado no nosso país. O sucesso desta cultura deve-se às características do solo e clima em Portugal que influenciam a qualidade do fruto obtido. As principais regiões produtoras de tomate para transformação em Portugal situam-se maioritariamente no *Centro* do país, *grande Lisboa* e *Alentejo*, com um total de 41 concelhos onde se localiza a produção desta cultura (Anexo I).

A figura 3, representa o mapa de Portugal com as respetivas regiões produtoras de tomate para indústria.

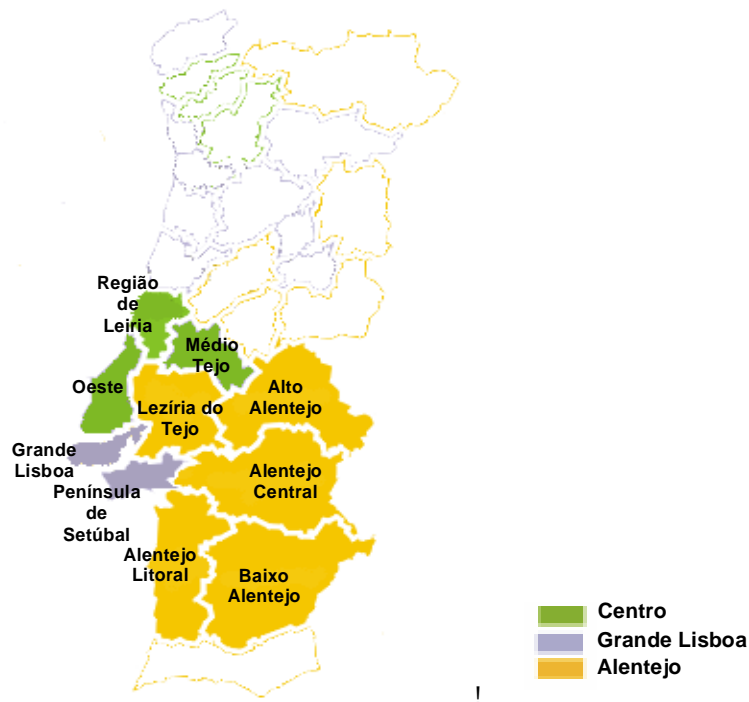


Figura 3 – Mapa de Portugal e regiões produtoras de tomate para indústria

O *Centro* do país, a verde, corresponde à região de Leiria, Oeste e Médio Tejo, onde as áreas declaradas para produção de tomate equivalem a 182 ha com apenas 11 produtores. O concelho de Alenquer, no Oeste, contribui para a maior produção de tomate na região do *Centro*, com 90 ha de área (GPE – APEP, 2015).

A roxo, a área da *grande Lisboa* e *Península de Setúbal*, que perfazem uma área de produção de 3242 ha, cujo número de produtores corresponde a um total de 76. O concelho de Vila Franca de Xira, grande Lisboa, é responsável por 2735 ha de produção de tomate, correspondendo ao concelho com maior número de área declarada (GPE – APEP, 2015).

Por último, a região do *Alentejo*, composta pelo Alentejo Litoral, Alto Alentejo, Alentejo Central, Baixo Alentejo e Lezíria do Tejo, onde o número de produtores atinge os 540 e área total é de 15.839 ha.

O *Ribatejo*, em especial na *Lezíria do Tejo*, é a região do país onde há uma maior produção de tomate para indústria cujas áreas declaradas correspondem a 13.235 ha e o número de produtores inscritos são 455. O concelho de Benavente, Salvaterra de Magos, Azambuja, Almeirim e Cartaxo, são os concelhos da Lezíria do Tejo, que apresentam um maior número de produtores e áreas de produção, representado no quadro 2, sendo estes

valores bastante significativos no que respeita a produção de tomate para transformação em Portugal (GPE – APEP, 2015).

Quadro 2 - Maiores produtores da Lezíria do Tejo e áreas respetivas (Adaptado de GPE – APEP, 2015)

Concelho	Nº Produtores	Áreas declaradas (ha)
Benavente	36	1637
Salvaterra de Magos	55	1463
Azambuja	59	2889
Almeirim	66	1568
Cartaxo	90	3264

2.3.1. Caracterização do Clima

O clima de Portugal Continental é temperado no que respeita a temperatura média anual, moderado quanto à amplitude média da variação anual, moderadamente chuvoso relativamente à precipitação e seco face à humidade relativa do ar (Portal do clima, 2016).

Segundo a classificação de Köppen, ramifica-se em duas distintas regiões, a primeira consiste no clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente, Csa e a segunda em clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente, Csb. Na região do Baixo Alentejo, distrito de Beja, o clima é classificado como de estepe fria da latitude média, BSk (IPMA, 2016).

Seguidamente será apresentada a caracterização do clima, no que respeita à temperatura e precipitação das principais regiões onde se localiza a produção de tomate para indústria em Portugal, respetivamente o *Centro*, *grande Lisboa* e *Alentejo*, para um período de 1971 – 2000.

2.3.1.1. Temperatura

A variação da temperatura para a região *Centro* do país, está representada abaixo na figura 4.

A temperatura máxima ocorre no mês de Agosto com cerca de 28,9°C, a temperatura mínima registada é de 3,5°C no mês de Janeiro e, no que respeita a temperatura média, do mês mais quente, em Agosto, corresponde a 22,1°C e no mês mais frio em Janeiro, 6,3°C (Anexo II).

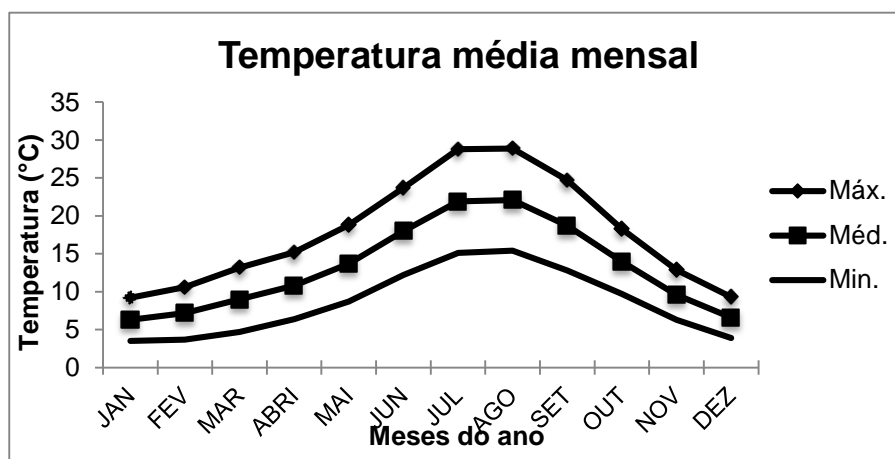


Figura 4 – Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar, *Centro* (Adaptado de IPMA, 2016)

Na figura 5 estão representadas as temperaturas médias mensais para a *grande Lisboa*, sendo possível verificar que estas são relativamente superiores às apresentadas para a região *Centro* do país.

Para a região da *grande Lisboa*, a temperatura mais elevada regista-se habitualmente no mês de Agosto com aproximadamente 29,9°C e a temperatura mínima 6°C no mês de Janeiro. Relativamente à temperatura média máxima e mínima, é 23,3°C e 9,3°C respetivamente para o mês de Agosto e Janeiro (Anexo II).

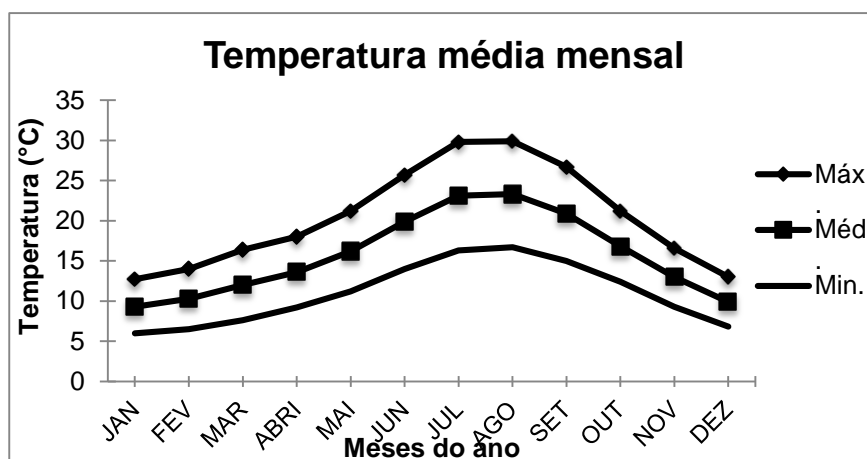


Figura 5 – Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar, *grande Lisboa* (Adaptado de IPMA, 2016)

Para a região do *Alentejo*, representado na figura 6, a temperatura máxima ocorre no mês de Julho, 33 °C, e a temperatura mais baixa em Janeiro, correspondendo a 4,7 °C. Por último, a temperatura média do mês mais quente, 25,1 °C para os meses Julho e Agosto e 8,4 °C a temperatura média do mês mais frio, em Janeiro (Anexo II).

Comparativamente à região *Centro* e *grande Lisboa*, o *Alentejo* é característico por ser uma região cujas temperaturas máximas e médias são geralmente superiores, embora a temperatura mínima e a temperatura média mínima no *Alentejo*, seja inferior ao registado na região da *grande Lisboa*.

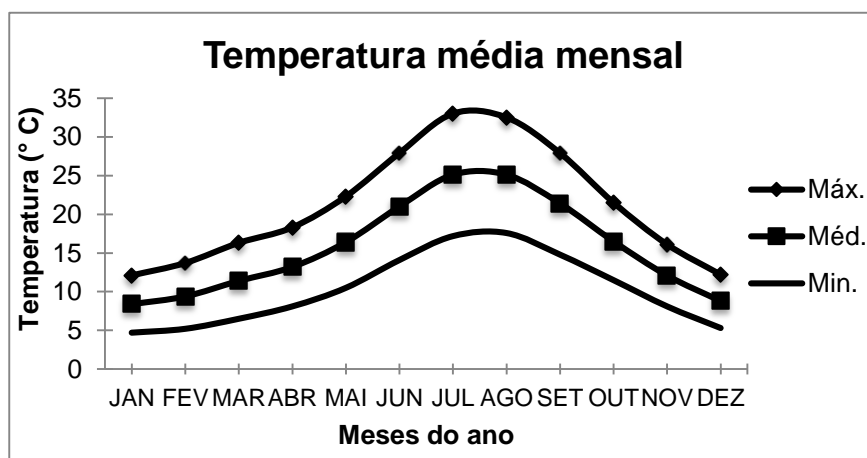


Figura 6 – Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar, *Alentejo* (Adaptado de IPMA, 2016)

Desta forma, as características do clima em Portugal proporcionam condições adequadas para que haja produção de tomate para indústria, em especial nas regiões anteriormente referidas.

A região *Centro* apresenta temperaturas mais baixas, seguida da *grande Lisboa* e por último a região do *Alentejo*, que tem registo das temperaturas mais elevadas. Comparando as três regiões em causa, as diferenças de variação de temperatura não são muito acentuadas, sendo registado diferenças até 4°C, no máximo.

Estas 3 regiões apresentam características adequadas que justificam a produção de tomate para indústria, uma vez que proporcionam temperaturas adequadas no vingamento dos frutos, que varia entre 18 e 24°C, e ao longo do desenvolvimento da cultura. Tendo em conta que esta cultura é bastante sensível à geada, que ocorre com mais intensidade na região *Centro*.

2.3.1.2. Precipitação

A precipitação média anual no *Centro* do país é de 699 mm, sendo registado o valor máximo de 120,9 mm no mês de Dezembro e mínimo no mês de Julho com apenas 1,7 mm (Anexo III). A figura 7 representa a precipitação média mensal para a região em estudo.

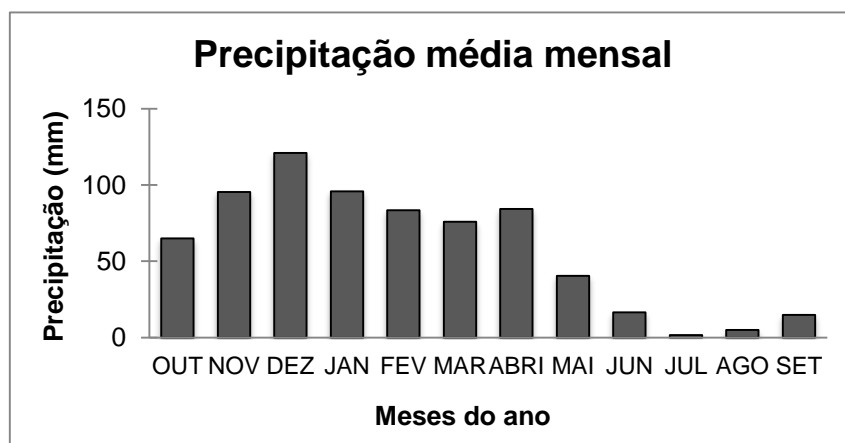


Figura 7 – Dados médios da precipitação mensal, *Centro* (Adaptado de IPMA, 2016)

Para a *região da grande Lisboa*, figura 8, o registo da precipitação média anual é igual a 436,1 mm sendo que o mês de Dezembro apresentou o maior registo de precipitação mensal de 81,4 mm, no entanto Julho foi o mês que registou um valor de precipitação média mensal mais reduzido, 0,4 mm (Anexo III).

Comparativamente à *região Centro*, os valores médios da precipitação mensal são relativamente inferiores na zona da *grande Lisboa*.

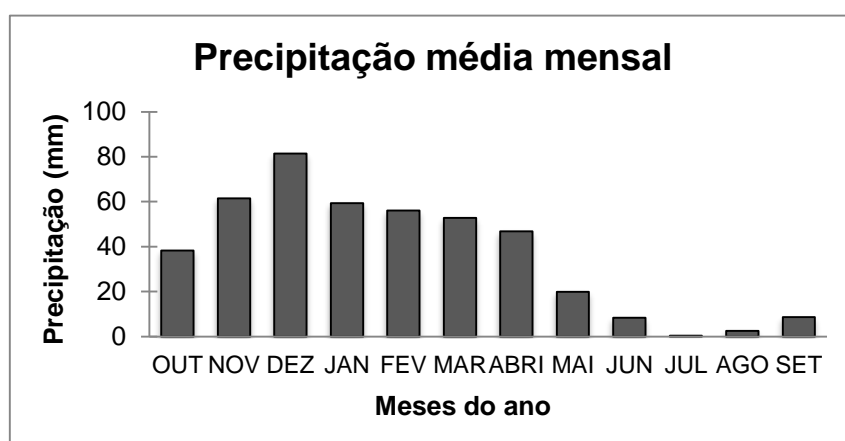


Figura 8 – Dados médios da precipitação mensal, *grande Lisboa* (Adaptado de IPMA, 2016)

A caracterização da precipitação para o *Alentejo* está representada abaixo na figura 9, na qual a precipitação média anual desta região é aproximadamente 392,1 mm, relativamente inferior à registada no *Centro* e *grande Lisboa*. O valor médio mais elevado, corresponde a 71,3 mm, para o mês de Dezembro e o mais baixo para o mês de Julho, 0,5 mm (Anexo III).



Figura 9 – Dados médios da precipitação mensal, Alentejo (Adaptado de IPMA, 2016)

Verifica-se então, que a região *Centro* do país regista o valor mais elevado para a precipitação média anual, sendo desta forma a região com temperaturas mais baixas e mais chuvosa. Na *grande Lisboa*, os valores médios anuais da precipitação são relativamente inferiores aos da zona *Centro* mas superiores aos registados para o *Alentejo*, que corresponde à zona menos chuvosa.

2.3.2. Caracterização do solo

A caracterização de solos abaixo apresentada incide nas regiões produtoras de tomate para indústria em Portugal, *região Centro*, *grande Lisboa* e *Alentejo*, segundo a classificação da FAO, carta de solos de 1978.

Na *região Centro*, para o concelho de Leiria, Alenquer, Torres Novas, Vila Nova da Barquinha e Constância, destacam-se os Cambissolos. Para a *região da grande Lisboa*, distinguem-se para o concelho de Loures os Cambissolos cálcicos, para Vila Franca de Xira os solonchaks, Alcochete e Palmela Regossolos e no concelho de Montijo os Cambissolos.

Na região do Alentejo Litoral, os solos são na sua maioria Regossolos, no concelho de Alcácer do Sal e Sines. Em Grândola e Santiago do Cacém são Cambissolos e no concelho de Odemira, Litossolos. No alto Alentejo no concelho de Ponte de Sor, Mora e Elvas os solos são classificados como Cambissolos e nos concelhos de Arronches, Campo Maior e Monforte destacam-se os Luviosolos.

No Alentejo central destacam-se os Luviossolos para o concelho de Évora, Montemor-o-Novo, Sousel e Vendas Novas. Em Vila Viçosa distinguem-se os Litossolos.

No baixo Alentejo, no concelho de Aljustrel e Ourique os solos estão classificados como Litossolos enquanto no concelho de Beja e Ferreira do Alentejo como Vertissolos.

Por último a região da Lezíria do Tejo, onde se acentua a produção de tomate para indústria, no concelho de Almeirim, Alpiarça, Benavente e Salvaterra de Magos destacam-se os Regossolos e no concelho da Azambuja, Cartaxo, Rio Maior, Chamusca, Coruche, Golegã e Santarém são identificados como Cambissolos (Madeira, 2013).

Os Cambissolos, segundo a classificação Portuguesa, Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, S.R.O.A, correspondem a solos Litólicos e solos Calcários. Ambos os solos são pouco evoluídos, no entanto os primeiros, são formados geralmente a partir de rochas não calcárias enquanto os segundos, são formados a partir de rochas calcárias. Os Solonchaks característicos por apresentarem elevadas quantidades de sais solúveis e/ou elevado teor de sódio de troca, correspondem a solos Halomórficos na classificação Portuguesa, e são solos minerais cuja formação foi influenciada pelo clima do tipo árido ou semi-árido (Madeira, 2013).

Os Regossolos e Litossolos, equivalem na classificação Portuguesa, a solos Incipientes, Litólicos ou Calcários. Os solos Incipientes são constituídos por material originário, considerando-se solos não evoluídos (Madeira, 2013).

Os Luviossolos são identificados como solos evoluídos que se formaram em regiões de clima húmido ou sub-húmido temperado e na classificação Portuguesa correspondem a solos Argiluvitados Pouco Insaturados (Madeira, 2013).

Finalmente, os Vertissolos solos evoluídos que correspondem a Barros, com elevada plasticidade e rijeza devido aos colóides minerais presentes na sua constituição. A sua formação é condicionada pela natureza do material originário (Madeira, 2013).

2.4. Importância da rega

De forma geral, a rega é a operação que permite o fornecimento de água ao solo, proporcionando e melhorando condições de crescimento das plantas cultivadas.

Existem diversas finalidades de rega, com variadas funções como são o caso as regas de humedecimento, proteção, fertilização, de distribuição de pesticidas e de herbicidas e qualitativas (Raposo, 1996). A escolha do método de rega é realizada de

acordo com a natureza e características da cultura, terreno, clima e também a mão-de-obra necessária para a instalação da mesma (Raposo, 1996).

O método de rega a escolher deverá ter em conta uma distribuição uniforme da água sobre toda a parcela, para que esta penetre ao longo de todo o perfil do solo, até uma profundidade desejada, deverão ser evitadas perdas excessivas de água por infiltração profunda, assim como escorrência superficial nos extremos da parcela da rega (Oliveira, 1993).

2.4.1. Sistemas de rega

Embora nenhum sistema de rega seja considerado perfeito, existem diversos sistemas de classificação de rega. Para Portugal, existe a classificação Portuguesa dos sistemas de rega de Rui Mayer-Varennnes e Mendonça, que se encontra abaixo representada, no quadro 3 (Raposo, 1996).

Quadro 3 - Sistema de classificação de rega (Retirado de Raposo,1996)

Métodos	Processos	
Escorrimento	Regadeiras de nível	Rega por gravidade
	Regadeiras inclinadas	
	Planos inclinados	
	Cavaletes	
	Faixas	
Submersão	Canteiros	Rega sob pressão
	Caldeiras	
Infiltração	Sulcos	
	Rega Subterrânea	
	Gota-a-gota	
	Miniaspersão	
	Rega por aspersão	

Este sistema de classificação é dividido em 2 grupos de sistema de rega, a rega por gravidade e a rega à pressão ou sob pressão. O sistema por gravidade consiste na distribuição de água para o solo sem ser sob pressão, enquanto a rega à pressão, reside no fornecimento da água para o terreno sob pressão através de uma rede de tubagens e dispositivos adequados para esse efeito (Raposo, 1996), de forma a humedecer uma zona parcial do terreno, isto é, uma determinada fração da superfície que está ocupada pelo sistema de rega (Oliveira, 2011).

Como já foi referido anteriormente, para o tomate de indústria o terreno é armado em camalhões e o sistema de rega mais comum é a rega localizada, mais especificamente a rega gota-a-gota, como representado na figura 10. O sistema de rega localizada tem diversas vantagens entre as quais se destacam a economia de água, utilização em quase todos os tipos de solos, utilização em estufas, sistema resistente a temperaturas extremas e a ventos fortes e ainda a hipótese de realizar a fertirrega (Raposo, 1996).



Figura 10 – Terreno preparado em camalhões e rega gota-a-gota

Deverá ter-se ainda em conta a qualidade da água que é usada na rega das culturas. A avaliação da água para rega é feita geralmente de acordo com os problemas que podem surgir na planta e solo, em caso de uso contínuo. Essa avaliação divide-se em 3 graus, o grau 1, água que não tem restrições na sua utilização, grau 2 quando a qualidade da água apresenta restrições ligeiras-moderadas e grau 3 água com limitações severas. Caso a água seja classificada em grau 2 ou 3, deverá ter-se atenção na escolha das culturas e nas práticas culturais.

São recomendadas análises à água de 2 em 2 anos e os parâmetros analisados são a salinidade, infiltração, nível de toxicidade de iões e pH (Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, 2006).

2.4.2. Sistema de rega gota-a-gota

O método de rega gota-a-gota, permite por intermédio de gotejadores, a libertação de água sob a forma de gotas, provocando o humedecimento de uma área parcial do terreno de forma gradual e lenta, permitindo ainda a aplicação de fertilizantes ao longo do ciclo cultural da planta de forma a respeitar as carências da mesma, fertirrega.

Este sistema pode atingir uma elevada eficiência de rega, valores aproximados entre 90 a 95%, sendo recomendado para regiões de elevada escassez de água e para solos de baixa fertilidade (Oliveira, 2011). Este sistema pode também ser instalado para diversas culturas arvenses, arbustivas e arbóreas de diferentes tipos de solo, consoante as características edafoclimáticas da região em causa e também o seu declive.



Figura 11 – Implementação de um sistema de rega gota-a-gota

O sistema de rega gota-a-gota é constituído pelos seguintes equipamentos: a) estação de bombagem, b) rede de distribuição, c) emissores ou gotejadores, d) filtros, (Raposo,1994), e) tanque e injetor de fertilizantes, f) manómetros, g) reguladores de pressão, h) medidores volumétricos, i) aparelhos e dispositivos de comando e controlo, j) acessórios e peças complementares (Oliveira, 2011).

Na figura 11 mostra-se como é instalada a fita de rega com auxílio de maquinaria adequada, assim como o terreno preparado com a rede de distribuição, a manga branca e a fita de rega.

Ao longo deste trabalho será estudada em particular a fita de rega gota-a-gota, uma vez que é este resíduo que irá ser caracterizado.

Atualmente, existem diferentes tipos de fitas de rega no mercado que podem ser escolhidas e aplicadas, consoante o tipo de clima da região, cultura, solo, declive. Conforme a marca e as características da fita de rega pretendida, esta é vendida em bobines com diferentes comprimentos.

A fita consiste numa tubagem maleável e resistente produzida em plástico, geralmente preto, com orifícios a determinadas distâncias uns dos outros, que também podem ser denominados por gotejadores.

2.4.3. Características da fita de rega e acessórios usados no tomate para indústria

Ao longo deste subcapítulo, serão apresentadas as principais características da fita de rega gota-a-gota mais utilizada nesta cultura, diferentes modelos de gotejadores e acessórios necessários para o sistema de rega.

As informações associadas às características dos diferentes plásticos, serão referidas neste subcapítulo embora este tema não seja a minha especialidade, no entanto é importante referi-las uma vez que poderão servir de base de estudo para futuras entidades que pretendam analisar e investigar este tema do ponto de vista do potencial da reciclagem destes resíduos.

Os dados apresentados foram retirados dos catálogos das respetivas marcas com a colaboração dos representantes das mesmas.

No quadro 4, estão expostas as principais características das fitas de rega mais usadas em Portugal, de diferentes marcas, para a cultura de tomate para indústria, tendo em conta que a informação apresentada desde a) até o) corresponde à fita de rega cujos gotejadores estão dispostos apenas junto do orifício enquanto os outros tipos de fita, de p) até y), o gotejador acompanha todo o comprimento da fita, denominando-se por cinta de gotejamento. No entanto o seu comportamento é idêntico, uma vez que são gotejadores planos unidos à parede da fita, em formato de labirinto de fluxo turbulento. Dependendo das características do local, declive, tipo de solo e clima o produtor escolhe a fita de rega que melhor se adequa. Na figura abaixo estão representados os 2 tipos de gotejadores.

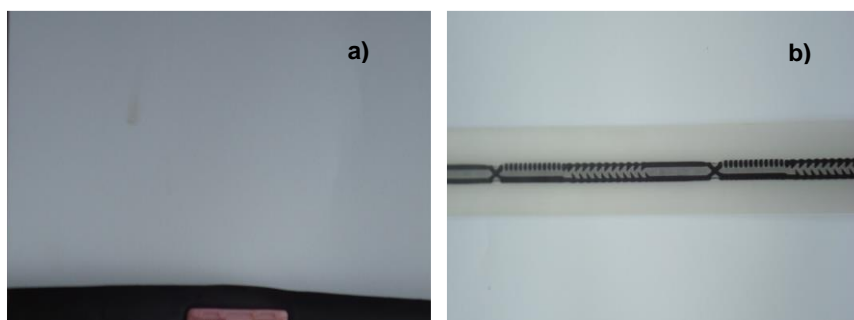


Figura 12 – Tipo de gotejador: a) junto ao orifício; b) ao longo do comprimento da fita

Quadro 4 - Características típicas de fitas de rega mais usadas em Portugal

	Diâmetro nominal (mm)	Espessura da parede (mm)	Distância entre gotejadores (m)	Pressão máxima de trabalho (bar)	Tipo de plástico
a.	22,00	0,20	0,15 – 0,25	0,65	PEAD
b.	16,00	0,20	0,20 – 0,30	1,00	PEAD
c.	22,00	0,20	0,20 – 0,30	1,80	PEAD
d.	16,00	0,20	0,30	0,85	PEAD
e.	22,00	0,20	0,20 – 0,30	0,70	PEBD
f.	22,00	0,15	0,20 – 0,30	0,70	PEBD
g.	22,00	0,20	0,20 – 0,30	0,70	PEBD
h.	22,00	0,25	0,20 – 0,30	0,90	PEBD
i.	22,00	0,15	0,20 – 0,30	0,50	PEBD
j.	16,00	0,25	0,20 – 0,30	1,10	PEBD
l.	16,00	0,15	0,20 – 0,30	0,70	PEBD
m.	17,00	0,25	0,20 – 0,30	1,00	PEBD
n.	17,00	0,20	0,20 – 0,30	0,90	PEBD
o.	17,00	0,15	0,20 – 0,30	0,70	PEBD
p.	16,00	0,15	0,20 – 0,30	0,70	PEBD
q.	22,00	0,20	0,20 – 0,30	0,70	PEBD
r.	16,00	0,20	0,20 – 0,30	1,00	PEBD
s.	22,00 ou 16,00	0,20	0,25 – 0,20	0,70	PEBD
t.	22,00 ou 16,00	0,15	0,25 – 0,20	0,60	PEBD
u.	22,00 ou 16,00	0,15	0,20 – 0,30	0,70	PEAD
v.	22,00 ou 16,00	0,20	0,20 – 0,30	0,70	PEAD
w.	22,00 ou 16,00	0,15	0,20 – 0,30	0,56	PEAD
x.	16,00	0,20	0,20 – 0,30	0,56	PEAD
y.	22,00	0,20	0,20 – 0,30	0,55	PEAD

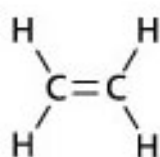
PEAD – Polietileno de alta densidade

PEBD – Polietileno de baixa densidade

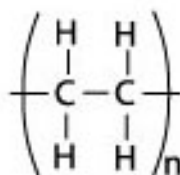
Como é possível verificar, atualmente a fita de rega mais utilizada pode ser de dois modelos distintos cujo diâmetro varia sobretudo entre 16 e 22 mm, no entanto em Portugal utiliza-se com mais frequência a fita de diâmetro 22 mm, dado que esta permite que o seu manejo seja facilitado e também porque é mais resistente à ocorrência de fugas de água.

A distância entre os gotejadores varia entre os 20 e 30 cm e a espessura da parede mais comum é 0,15 e 0,20 mm. O tipo de plástico que constitui a fita de rega é o polietileno, PE, dividindo-se em polietileno virgem de alta densidade, PEAD, e o polietileno virgem de baixa densidade, PEBD, consoante as diferentes marcas.

O polietileno, PE, ficou conhecido em 1933, pelos investigadores Gibson, Fawcett e Swallow, e é obtido através da polimerização do etileno, cuja estrutura está representada na figura 13, assim como o polímero do PE. A unidade repetitiva do polietileno é constituída por um átomo de carbono e dois átomos de hidrogénio. No fabrico de materiais de PE são geralmente utilizados corantes, dependendo do tipo de produto que se pretende, uma vez que o PE é claro e translúcido (Smith,1997). As suas propriedades têm interesse para a indústria, uma vez que apresenta resistência mecânica elevada, resistência a temperaturas extremas e flexibilidade.



Etileno



Polímero Polietileno

Figura 13 – Estrutura molecular do etileno e polímero de polietileno

O polietileno de alta densidade, PEAD, é obtido a partir de métodos de polimerização de coordenação, e o polietileno de baixa densidade, PEBD, conseguido através de métodos de polimerização por adição.

O PEAD, consiste num polímero sintético classificado como termoplástico e foi descoberto na década de 50, graças ao avanço da investigação científica e desenvolvimento industrial após a 2ª Guerra Mundial (Challa, 1993).

A estrutura do PEAD é em cadeia linear o que provoca a existência de reduzidas ramificações, no qual as cadeias se podem juntar de forma mais condensada, permitindo que este tipo de plástico apresente uma elevada cristalinidade, que pode atingir 95% e também elevada resistência mecânica (Smith, 1997).

Os materiais obtidos a partir do polietileno de alta densidade, são característicos por serem bastante flexíveis, resistentes a temperaturas entre os – 40 e 90°C, assim como à humidade e a químicos, no entanto são facilmente inflamáveis (United Plastics Components, 2016).

O polietileno virgem de baixa densidade, PEBD, possui um grau de ramificação superior quando comparativamente ao PEAD, e desta forma as moléculas não se agrupam de forma tão organizada pelo que a cristalinidade é aproximadamente 65%. Também a densidade, a resistência mecânica e a rigidez são mais baixas comparativamente ao PEAD, devido à sua estrutura ramificada (Smith, 1997). Resistente a temperaturas entre os – 40 e 90°C, facilmente inflamáveis e de baixo custo (United Plastics Components, 2016).

No quadro 5, estão descritas algumas propriedades mais importantes do polietileno de alta densidade e de baixa densidade.

Quadro 5 - Propriedades PEAD e PEBD (Adaptado de Callister, 2007; Smith, 1997)

Propriedades	Polietileno de alta densidade	Polietileno de baixa densidade
Densidade (g / cm³)	0,95 – 0,97	0,92 – 0,93
Resistência à tração (MPa)	22,00 – 31,00	8,00 – 31,00
Temperatura máxima de utilização (° C)	80,00 – 120,00	80,00 – 100,00

No quadro 6 estão representadas as principais características dos gotejadores utilizados nas fitas de rega referidas no quadro 4, assim como o caudal, dimensão dos

gotejadores e também o tipo de plástico que são fabricados. Os dados apresentados foram retirados dos catálogos das respectivas marcas.

Quadro 6 - Características do gotejador da fita de rega

	Caudal* (l/h)	Caudal a Pressão máxima (l/h)	Dimensões do gotejador (mm x mm x mm)	Tipo de plástico
a.	0,72	0,56	0,58 x 0,33 x 25,00	PP
b.	0,72	0,72	0,58 x 0,33 x 25,00	PP
c.	1,05	1,05	0,51 x 0,42 x 13,00	PP
d.	1,05	0,98	0,51 x 0,42 x 13,00	PP
e.	1,00	NA	NA	NA
f.	1,70	NA	NA	NA
g.	1,50	NA	0,65 x 0,65 x 40,00	PEBD
h.	1,10	NA	0,60 x 0,55 x 40,00	PEBD
i.	1,10	NA	0,60 x 0,55 x 40,00	PEBD
j.	1,50	NA	0,80 x 0,95 x 78,00	PEBD
l.	0,80	NA	0,45 x 0,50 x 40,00	PEBD
m.	1,00	NA	NA	NA
n.	1,70	NA	NA	NA
o.	1,00	NA	NA	NA

NA – Não apresenta

PP – Polipropileno;

PEBD – Polietileno de baixa densidade

* 1 bar

A ausência de informação no que respeita o tipo de plástico deve-se a sigilo profissional e a restante informação em falta corresponde apenas à ausência de informação nos catálogos.

No quadro 7, está exposta informação correspondente às cintas de gotejamento, caudal e tipo de plástico dos gotejadores, a informação foi obtida a partir dos catálogos das respectivas marcas. A falta de informação no que respeita o tipo de plástico deve-se a sigilo profissional.

Quadro 7 - Características do gotejador da cinta de gotejamento

	Caudal (l/h)	Tipo de plástico
a.	0,60	PEBD
b.	0,90	PEBD
c.	1,20	PEBD
d.	0,60 – 1,30	NA
e.	0,70 – 1,20	NA
f.	0,85	PE
g.	1,25	PE
h.	1,25	PE
i.	1,70	PE
j.	1,25	PE

NA – Não apresenta

PE – Polietileno; PEBD – Polietileno de baixa densidade

Para a cultura do tomate o caudal dos gotejadores varia geralmente entre 0,60 e 1,70 l/h. E o tipo de plástico que os constitui é o PEBD e o polipropileno, PP. Relativamente à informação do PE a marca não especificou qual dos tipos de polietileno é constituído.

O sistema de rega gota-a-gota necessita de diversos acessórios para o seu funcionamento. Para a cultura do tomate os principais acessórios utilizados são dois tipos de união de fita, a primeira estabelece a ligação fita-fita e a segunda ligação manga-fita. Na figura abaixo, mostra-se à direita uma união de ligação fita-fita e na imagem da esquerda uma união manga-fita.

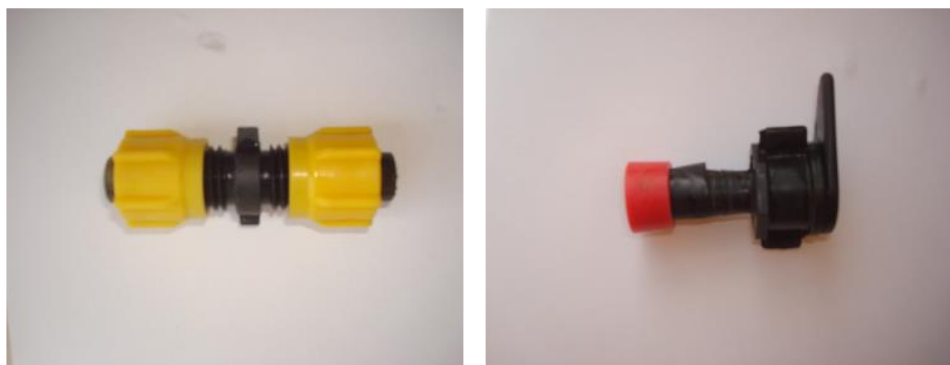
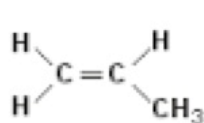
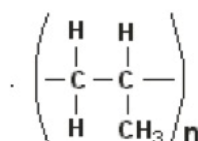


Figura 14 – Uniões de fita de rega

O tipo de plástico que constitui estes acessórios é o polipropileno, PP, que é obtido a partir de métodos de polimerização por coordenação, como o PEAD, também classificado como termoplástico. A sua estrutura molecular e o polímero estão representados na figura abaixo.



Propileno



Polímero Polipropileno

Figura 15 – Estrutura molecular do propileno e polímero do polipropileno

Devido a esta estrutura obtém-se um plástico com elevada resistência química, a elevadas temperaturas e humidade, embora seja menos flexível mas mais resistente mecânicamente do que o PE (Smith, 1997). As principais propriedades do PP, estão descritas no quadro 8.

Quadro 8 - Propriedades do PP (Adaptado de Callister, 2007; Smith, 1997)

Propriedades Polipropileno	
Densidade (g / cm³)	0,90 – 0,91
Resistência à tração (MPa)	31,00 – 41,00
Temperatura máxima de utilização (°C)	105,00 -150,00

A bobine consiste num rolo de suporte onde é transportada a fita e é também usada na colocação da mesma com auxílio de máquinas, são geralmente constituídas em papel e plástico, mais concretamente em polipropileno.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da exploração

Como foi referido no capítulo anterior o *Ribatejo* pertence à zona agrária do *Alentejo*, e é responsável pela maior produção de tomate para indústria em Portugal, em especial na sub-região da *Lezíria do Tejo*, desta forma a exploração agrícola que deu apoio a este estudo localiza-se em Salvaterra de Magos.

No ano corrente, a exploração que foi objeto de estudo tem 1200 ha de tomate para indústria e aproximadamente 30 variedades distintas de tomate, tais como, H-1015, H-3402, H-9553 e UG-124. Esta exploração foi estudada como um exemplo e como exploração modelo, e os dados recolhidos serão extrapolados para o global do país.

Durante o trabalho realizado para a obtenção de dados para a elaboração desta tese de Mestrado, monitorizou-se a campanha do tomate nesta exploração como orientação e para um conhecimento mais profundo das práticas culturais utilizadas nesta cultura.

O tomate começou por ser transplantado em estado de planta com cerca de 4 folhas e a transplantação, na figura abaixo representada, teve início no mês de Abril, com duração de 2 meses, tendo em conta que este ano foi particularmente chuvoso até ao mês de Março e a colheita começou no início do mês de Agosto e espera-se que termine a meio de Outubro.

A dotação da rega aplicada foi de 1litro/hora por cada gotejador, com frequência de rega aproximadamente 3 horas/dia para toda a exploração, considerando que a dotação e a frequência variaram consoante os meses, a fase de desenvolvimento da planta e o tipo de solo.

Desta forma, a fita de rega esteve no terreno na primeira época de campanha desde Abril até Agosto e na segunda época a partir de Julho até meio de Outubro, após a colheita do tomate a fita de rega é retirada do terreno.

A fita mais utilizada na exploração corresponde à fita de diâmetro nominal de 22 mm, cujas características estão expostas com mais detalhe no quadro 9, no subcapítulo 3.3.1. em Avaliação Qualitativa.



Figura 16 – Transplantação da planta do tomateiro

3.1.1. Análise do solo

As amostras parciais foram recolhidas de diferentes pontos do terreno obedecendo ao traçado de estrela e em cada local de recolha a superfície do solo foi limpa e retirado 20 cm, correspondendo às mobilizações dos solos, por fim com auxílio de uma pá retirou-se cuidadosamente entre 2-3 cm de espessura de solo para um saco de plástico devidamente identificado (Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, 2006). A colheita ocorreu a meio de Junho, na exploração agrícola em Salvaterra de Magos, na qual existem solos com diferentes características, no entanto as análises efetuadas pretendem apresentar um estudo em concreto de forma a valorizar e melhorar as minhas técnicas laboratoriais.

Posteriormente as análises foram realizadas no Instituto Superior de Agronomia, no laboratório de Química e Ambiente e consistiram na determinação dos valores de P e K seguindo a metodologia proposta pelo método de Egner-Rhiem.

Para quantificar o potássio extraível, K_2O , e fósforo extraível, P_2O_5 , começou por se crivar a amostra, num crivo de 2 mm, de seguida colocou-se 2g de solo num frasco de plástico de 250 mL e adicionou-se 40 mL de solução extrativa, 0,1 M lactato de amónio e 0,4 M ácido acético, pH 3,7, agitando durante 2 horas. Após a agitação procedeu-se à filtração da amostra com um filtro de pregas de “banda azul” (Ribeiro et al., 2013).

A quantificação do potássio ocorreu por fotometria de emissão de chama, enquanto a quantificação do fósforo ocorreu por espectrofotometria de absorção molecular no visível (Ribeiro et al., 2013).

3.1.2. Análise da folha

Para a análise da folha do tomateiro, foram recolhidas folhas entre 20 a 25, novas e desenvolvidas, sem apresentar doenças e pragas (Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, 2006). As amostras foram recolhidas a meio de Junho, na exploração agrícola em Salvaterra de Magos, na qual existem diversas variedades de tomate para indústria, no entanto as análises realizadas pretendem apresentar um estudo em concreto e tencionando valorizar e melhorar as minhas técnicas laboratoriais.

As análises efetuadas permitiram obter o teor de N, a partir do método Kjeldahl e os restantes macronutrientes a partir do método do Vanadato de Amónio.

Para o N, começou-se por pesar 0,3g de folhas secas e moídas em tubos de digestão aos quais foi adicionado ácido sulfúrico concentrado e o catalisador, sulfato de potássio e sulfato de cobre. Os tubos foram sujeitos a uma digestão de 4 horas a 500 °C.

De seguida, transferiu-se o conteúdo dos tubos para balões volumétricos, pipetou-se ácido bórico a 4% e colocou-se o balão na extremidade do tubo condensador do destilador e adicionou-se cerca de 50 mL de NaOH a 40%, seguindo-se a destilação. Por fim, titulou-se com ácido clorídrico com título 0,04 M, até se verificar mudança de cor verde para rosa (Queda, 2015).

Para os macronutrientes, K, P, Ca e Mg começou por se pesar para um cadinho sensivelmente 1g de amostra de folha moída e colocou-se na estufa a 100°C durante 8 horas, depois a amostra foi para o excicador e pesou-se novamente. De seguida colocou-se a amostra na mufla a 500°C, durante 8 horas, obtendo-se a cinza que foi tratada com uma solução de ácido clorídrico 3M, com 3 tomas de 10 mL, na última toma tapou-se o cadinho com o vidro de relógio. Finalmente, utilizando balões de 100 mL, com água aquecida colocou-se a amostra nos balões e perfez-se o volume.

Finalmente foram quantificados pelo método do Vanadato de Amónio.

3.2. Ensaio de reaproveitamento da fita de rega para 2ª campanha do tomate de indústria

O ensaio consistiu no estudo da capacidade de utilização da fita de rega gota-a-gota, para uma segunda campanha de tomate para indústria, tendo em conta que a fita não é retirada da parcela até ser novamente utilizada. A fita de rega utilizada no ensaio, diâmetro de 16 mm, corresponde à fita 4 descrita no quadro 9, no subcapítulo 3.3.1. em Avaliação Qualitativa.

3.2.1 Localização do ensaio

O ensaio teve início no mês de Agosto de 2016 e decorreu no concelho de Salvaterra de Magos em Porto de Muges, e terminou no mês de Setembro do mesmo ano.



Figura 17 – Ensaio, reaproveitamento da fita de rega

3.2.2. Delineamento experimental

A preparação do ensaio foi relativamente simples, um vez que após a colheita do tomate para indústria, a fita de rega foi deixada na parcela sendo apenas necessário ligar o sistema de rega para verificar a existência de danos na fita, isto é, detetar locais na fita que estivessem furados ou rasgados, como demonstrado na figura 18. Tendo em conta que a fita permaneceu na parcela cerca de 5 meses, duração da campanha, e para o ensaio mais 1 mês.



Figura 18 – Fita de rega danificada

Neste estudo foram contabilizadas apenas 4 linhas de fita de rega, cada uma com cerca de 50 m de comprimento, perfazendo assim 200 m de fita de rega em estudo.

Após ser ligado o sistema de rega e verificada a área danificada, essa foi retirada e foi colocada uma união de fita de rega, como representado na figura abaixo.



Figura 19 – Fita de rega e união de fita

3.3. Destino da fita de rega após a campanha

Após a colheita do tomate a fita de rega é retirada do terreno, como mostra a figura 20, e passa a ser considerada um resíduo que deverá ser reaproveitado e/ou valorizado da forma mais adequada. Para consolidar este estudo e apresentar soluções de gestão para

este resíduo, foi necessário avaliar e estudar os resíduos associados ao sistema de rega gota-a-gota, consoante as suas características qualitativas e também quantitativas.



Figura 20 – Fita de rega após ser retirada do campo

3.3.1. Avaliação Qualitativa

A avaliação qualitativa, consistiu na caracterização da fita de rega e acessórios do sistema gota-a-gota do ponto de vista material e funcional, sendo estas as condicionantes de partida deste estudo.

Do ponto de vista material foi analisado o tipo de componentes geralmente agregados à fita de rega e acessórios.

Para o estudo da capacidade de funcionamento, degradabilidade, da fita de rega no final da campanha realizou-se um ensaio no Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio, COTR, que permitiu estudar o tipo de danos comuns em 4 fitas de rega assim como analisar a relação Pressão-Caudal de fitas de rega novas e usadas durante a campanha do tomate para indústria, segundo as 2 campanhas e 3 tipos de solos.

No que respeita os 3 solos, foi realizada uma análise de textura de campo que corresponde a uma estimativa aproximada da classe textural, esta consiste no conjunto de texturas que apresentam características semelhantes a nível químico e físico.

Nesta análise foi recolhida uma pequena amostra de solo e foi avaliada no estado seco, onde se colocou na palma da mão e esfregou-se entre os dedos de forma a verificar se a amostra seria áspera ou macia ao tacto, no estado húmido a amostra foi humedecida e moldada em filamento, formando uma curvatura de forma a verificar se os materiais são pegajosos ou plásticos (Madeira, 2013).

Durante o ensaio as fitas de rega foram instaladas ao longo de uma tubagem e a sua parte terminal foi tapada para evitar a fuga de água. Desta forma foram submetidas à pressão máxima de trabalho, consoante o modelo em estudo. A figura 21, mostra o ensaio montado.

Ao longo da tubagem tinha instalado um manómetro de líquidos para indicar qual pressão hidráulica, em bar, que o sistema estava a funcionar.



Figura 21 – Ensaio da capacidade de funcionamento da fita de rega após uma campanha

O ensaio era composto ainda por uma válvula de entrada e um regulador de pressão, na qual era imposta a pressão desejada.



Figura 22 – Válvula de entrada e regulador de pressão

Ao longo do ensaio foram estudados 4 modelos distintos de fita de rega com amostras de 20 m para cada modelo.

No ensaio e para cada modelo, foi contabilizado o débito de 20 gotejadores, durante 2 minutos, permitindo assim obter o caudal debitado por cada um. Na presença de furos, retirou-se a parte danificada e uniu-se a fita de rega com uma união.

No quadro abaixo, mostra-se as características dos 4 tipos de fita de rega utilizadas no ensaio e recolhidas na exploração agrícola mencionada no ponto 3.1 em Caracterização da exploração agrícola. Na 1ª campanha desde Abril até Agosto foi considerada a fita 4 e para a 2ª campanha de Julho a Outubro, as restantes. Deverá ter-se em conta que as fitas 1,2 e 3 são da mesma marca.

Quadro 9 - Características das fitas de rega utilizadas no ensaio

	Diâmetro interno (mm)	Diâmetro externo (mm)	Espessura da parede (mm)	Distância entre gotejadores (m)	Caudal sob pressão máxima (l/h)	Pressão máxima de trabalho (bar)
Fita 1	22,20	22,6	0,20	0,20	0,56	0,65
Fita 2	16,20	16,6	0,20	0,20	0,72	1,00
Fita 3	16,20	16,6	0,20	0,30	0,98	0,85
Fita 4	16,10	16,5	0,20	0,20	1,10	0,90

3.3.2. Avaliação Quantitativa

Relativamente à avaliação quantitativa dos resíduos do sistema de rega gota-a-gota foi possível obter um inventário dos resíduos originados ao longo da campanha.

Este inventário foi construído a partir de informação proveniente da exploração de Salvaterra de Magos, como base para uma extrapolação para a realidade nacional.

Desta forma, os dados utilizados para a realização deste inventário, foram os metros de fita necessários para 1 ha, o comprimento e peso médio do rolo da fita utilizada na exploração, apresentado no quadro 10, e também os dados estatísticos de produção de tomate para indústria, fornecidos pelo Gabinete de Planeamento Estratégico e Área de Planeamento Estratégico e Projetos, GPE-APEP.

Quadro 10 - Dados utilizados no inventário

Dados necessários para o inventário	
Fita necessária por ha	6700 m
Comprimento do rolo	1600 m
Peso médio do rolo	23,6 kg

A área declarada total para produção de tomate para indústria em Portugal corresponde a 19.264 ha, no ano 2015.

De forma a obter as toneladas de fita de rega necessária para esta cultura no nosso país, multiplicou-se os metros de fita usada por ha pelo total de área declarada para esta cultura. Com os dados do peso do rolo e o seu comprimento obteve-se o peso da fita em toneladas.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Registo experimental

4.1.1. Análise do solo

No quadro 11 apresentam-se os valores do teor de potássio, K_2O , e fósforo, P_2O_5 , na amostra de solo, tendo em conta a fase de desenvolvimento da planta do tomateiro com apenas 2 meses de plantação.

Quadro 11 – Teor de potássio e fósforo no solo

K_2O mg kg⁻¹	P_2O_5 mg kg⁻¹
180	564,97

É possível verificar que o teor de potássio é alto e o de fósforo muito alto uma vez que segundo a classificação do teor de K_2O e P_2O_5 assimiláveis para uma amostra de 1 kg de solo, os limites compreendidos correspondem a 101 – 200 mg kg⁻¹ solo para o potássio e superiores a 200 mg kg⁻¹ de solo para o fósforo (Ribeiro et al., 2013). Os teores muito elevados de fósforo podem estar relacionados com as aplicações realizadas no início do ciclo da cultura, para auxiliar no enraizamento e também na fase floração, na qual os kg/ha aplicados são mais elevados.

Em termos teóricos estes teores de potássio e fósforo são os que serão assimilados pelas plantas, tendo ainda em conta que estes elementos são de difícil lixiviação (Santos, 2015).

4.1.2. Análise da folha

Na análise das folhas da planta do tomate, os teores de azoto e macronutrientes, P, K, Mg e Ca, estão indicados abaixo no quadro 12 (Anexo IV).

Quadro 12 – Teor de macronutrientes na folha do tomateiro

N	P	K	Mg	Ca
g 100 g ⁻¹ matéria seca				
4,12	0,58	1,85	0,54	4,92

Os macronutrientes, N, P e Mg, mantêm-se dentro dos limites normais tabelados. Para o N, o limite corresponde a 2,00 - 5,00 g 100 g⁻¹ matéria seca, 5,00 - 1,00 g 100 g⁻¹ matéria seca para o P e o intervalo 0,50 – 1,00 g 100 g⁻¹ matéria seca, para o Mg (Santos, 2015).

O teor do K nas análises foi igual 1,85 g 100 g⁻¹ matéria seca, valor relativamente baixo comparativamente ao teor tabelado para este macronutriente, uma vez que os valores típicos estão entre 3,00 – 3,50 g 100 g⁻¹ matéria seca. No entanto, o teor de Ca apresentou-se relativamente elevado perante os valores tabelados, 1,00 – 3, 00 g 100 g⁻¹ matéria seca (Santos, 2015). Embora os teores de K e Ca não correspondam ao intervalo de valores tabelados é possível que a diferença não seja considerada muito significativa.

4.2. Ensaio de reaproveitamento da fita de rega para 2ª campanha do tomate de indústria

O ensaio em Porto de Muges, permitiu obter a frequência de furos na fita para uma extensão de 200 m, verificando-se assim a existência de 9 furos ao longo da mesma, no entanto nos gotejadores não se observou qualquer problema. Após o rearranjo dos furos não houve qualquer tipo de problema no funcionamento do sistema de rega. O número de furos obtidos neste estudo é razoável embora não seja compensatório reaproveitar a fita de rega para grandes produtores de tomate para indústria. Será explicado com mais detalhe no subcapítulo 4.4.1. em Reaproveitamento da fita de rega.

4.3. Destino da fita de rega após a campanha

4.3.1 Avaliação Qualitativa

No estudo da componente material, foi possível observar a presença de solo agregado ao longo de toda a fita de rega e também nas uniões. Durante o ensaio no COTR verificou-se excesso de matéria orgânica no interior da fita 1, o que indica que o sistema de filtragem usado na exploração não está adequado, o que provocou um maior entupimento nos gotejadores.

No que respeita o ensaio para avaliar a componente funcional, degradabilidade da fita de rega, submetida à pressão máxima em catálogo, apresenta-se no quadro abaixo os respetivos caudais obtidos para os 4 tipos de fita. Respetivamente às análises de textura de campo realizadas para os 3 solos, obteve-se uma classe textural que corresponde a argilosa, onde foram recolhidas amostras de fita de rega 1 e 3, arenosa, fita 2, e franco-limoso a franco-arenoso para a fita 4 (Anexo V).

Quadro 13 – Resultados do ensaio, relação P-Q

		Caudal (l/h)
Fita 1	Nova	0,61
	Usada	0,60
Fita 2	Usada	0,75
Fita 3	Nova	1,00
	Usada	1,00
Fita 4	Usada	1,15

Após submetida, a fita 1, a uma pressão máxima de 0,65 bar obteve-se um caudal de 0,61 l/h para a fita nova e 0,60 l/h para a fita de rega usada durante uma campanha de tomate para indústria, tendo em conta que no catálogo o caudal indicado seria 0,56 l/h.

Concluiu-se que a fita usada durante uma campanha, cerca de 4 meses, não apresentou desgaste quando submetida à pressão máxima. No entanto foram verificados gotejadores entupidos em metade da fita, neste caso em concreto devido ao excesso de matéria orgânica presente no interior da fita, o que põe em causa o funcionamento da mesma. O resultado obtido para a fita nova corresponde às características apresentadas no catálogo.

Para a fita 2 o ensaio foi realizado apenas para a fita de rega usada, as características em catálogo indicam que sob pressão máxima esta fita debita por cada gotejador 0,72 l/h para 1 bar, com a realização do ensaio obteve-se um caudal igual a 0,75 l/h, o que indica que a fita de rega manteve as suas características após ser usada durante uma campanha. No entanto, apresentou furos e alguns gotejadores danificados e entupidos.

O caudal sob pressão máxima exercido para a fita 3, nova e usada, correspondeu a 1 l/h, para uma pressão de 0,85 bar. Novamente o valor obtido está de acordo com os dados

fornecidos no catálogo da marca da fita. Foi possível verificar entupimento dos gotejadores e rupturas na mesma.

Por último, a fita 4 usada cujo caudal debitado foi 1,15 l/h, para uma pressão de 0,90 bar, verificando-se que a fita de rega não sofreu alterações na relação P-Q, uma vez que o valor no catálogo corresponde a 1,10 l/h. No entanto, foram verificados entupimentos e rupturas assim como no ensaio das fitas anteriores.

Desta forma, foi possível concluir com o estudo dos 4 tipos de fitas de rega que a relação P-Q disponível nos catálogos corresponde às testadas no ensaio. Assim como, as fitas de rega depois de serem usadas numa campanha de tomate para indústria também mantêm a mesma relação P-Q, o que indica que podem ser reaproveitadas uma vez que não iriam colocar em causa as necessidades da cultura. No entanto, a presença de gotejadores entupidos pode ser um problema no reaproveitamento deste material, tal como as rupturas ao longo da fita, geralmente causadas pela máquina que colhe o tomate.

Relativamente às diferentes campanhas e tipo de solo não se verificaram anomalias específicas para cada um desses factores, o que indica que estes não influenciaram de forma particular o funcionamento da fita de rega. No entanto, é importante salientar que um bom funcionamento do sistema de rega, com boa filtragem, implica que este seja mais eficiente evitando o entupimento dos gotejadores.

4.3.2. Avaliação Quantitativa

Ao longo deste estudo e com o apoio da exploração foi possível obter os resíduos associados ao sistema de rega gota-a-gota e a partir destes foi realizada uma avaliação quantitativa para todo o país para a cultura do tomate para indústria. Os principais resíduos em estudo para a avaliação quantitativa, são os seguintes:

- I. Fita de rega
- II. União de fita de rega
- III. União fita-manga

A nível nacional a fita de rega necessária para a cultura do tomate de indústria corresponde a 1900 toneladas que equivale a 1.903.715 kg de fita.

As uniões de fita de rega são variáveis uma vez que dependem do comprimento do rolo, para este estudo foram utilizadas cerca de 77.054 uniões de ligação fita-fita. No que

respeita as uniões que unem a fita de rega à manga, foram necessárias 2 por cada camalhão para mangas com 2 ligações de uniões, ou 1 união por camalhão para mangas com 1 ligação de união, utilizando assim uma união de modelo em “T”, que consiste numa peça com duas ligações para a fita de rega.

Desta forma, o resíduo que contribui para um maior impacto ambiental é a fita de rega, uma vez que são necessárias elevadas toneladas só para esta cultura. Importante referir que os acessórios utilizados neste sistema de rega, tal como as uniões, podem ser utilizados em mais do que uma campanha de tomate, desde que estejam em boas condições. Basta serem retirados quando a fita de rega é recolhida do campo.

4.4. Soluções propostas de valorização para a fita de rega e acessórios

Assume-se assim a importância de estudar e apresentar soluções viáveis e sustentáveis com o propósito de melhorar a gestão e tratamento dos resíduos agrícolas originados nesta cultura, uma vez que são produzidas anualmente elevadas quantidades.

Tendo em conta que as medidas de tratamento atualmente praticadas não são muito rigorosas e em muitos casos estes resíduos têm como destino final a incineração para obtenção de energia.

4.4.1. Reaproveitamento da fita de rega

De forma a diminuir os resíduos gerados durante uma campanha de produção de tomate, uma das soluções consiste no reaproveitamento da fita de rega numa 2ª campanha de tomate para indústria ou para outras culturas.

O ensaio no COTR, permitiu concluir como já foi anteriormente referido, que ao nível da capacidade de funcionamento da fita de rega no que respeita a relação P-Q não houve qualquer alteração. No entanto ao longo do ensaio, a presença de furos e entupimento nos gotejadores, permitiu chegar à conclusão que o reaproveitamento para grandes produtores de tomate para indústria não é compensatório, porque irá implicar gastos elevados no arranjo da fita de rega danificada, elevada mão-de-obra.

Em média um rolo de fita tem um custo de 0,035€/metro, o que implica que para um produtor que tenha cerca de 100 ha, terá de fazer um investimento aproximado de 23.450€, apenas para a fita de rega. Considerando que a este preço terá de acrescentar o valor da mão-de-obra da instalação, custo das máquinas e também necessidade de substituir fita de rega que não esteja a funcionar adequadamente, ao longo da campanha.

Para haver reaproveitamento da fita, terão de ser considerados os mesmos custos associados, no entanto como a fita apresenta diversos danos, deverá ser substituída em cada furo e gotejador entupido após a sua instalação e também ao longo da campanha, tornando do ponto de vista económico pouco viável para um grande produtor.

No entanto, a fita de rega poderá ser reaproveitada para pequenos produtores que necessitam de menores quantidades de fita de rega, ou até mesmo para produtores individuais que tenham uma horta. Esta fita seria vendida como material reutilizável e a um preço mais baixo.

Atualmente os diferentes tipos de uniões de fita de rega, costumam ser reutilizadas entre uma a duas campanhas.

De forma a guardar a fita de rega para reaproveitamento, as bobines poderão ser utilizadas para reenrolar a fita de rega quando essa é retirada do terreno.

4.4.2. Utilização da fita de rega em processos industriais

Quando os resíduos agrícolas não têm mais utilidade e não se conseguem reutilizar, uma das soluções consiste na reciclagem desses materiais, que deverá ocorrer de acordo com o tipo de plástico que constitui o material, permitindo assim produzir matéria-prima secundária para a produção de outros materiais, considerando que os plásticos tem a capacidade de ser reciclados mais do que uma vez, mantendo o seu valor e propriedades (Hestin.M.,Faninger.T.,Milios. L, 2015).

No subcapítulo 2.4.3. em Características da fita de rega e acessórios usados no tomate para indústria, estão descritos os diferentes tipos de plásticos convencionais que constituem os resíduos agrícolas em estudo.

A reciclagem é um processo vantajoso no que respeita o destino a dar aos resíduos, evitando o processo de extração de matéria-prima, redução em aterro ou inceneração (Rajendrana, S, et al., 2011), reduzindo também energia usada para a produção de materiais virgens (Journal of Cleaner Production, 2002).

Os principais impactos causados pelo fabrico de plásticos, são as emissões de CO₂ e o consumo de energia. Segundo um estudo no Reino Unido a produção de materiais em PE produzido a partir de matéria-prima virgem gerou emissões de 2014 Kg CO₂ eq. e a energia gasta 80 MJ, enquanto para a produção de materiais em PE provenientes de materiais reciclados as emissões de CO₂ foram cerca de 672 Kg CO₂ eq. e a energia despendida apenas 11 MJ (Andreoni, V et al., 2015).

Antes de iniciar um processo de fabrico de novos materiais, os resíduos em causa são triturados, lavados, separados e secos (Meng et al. 2015), de forma a evitar problemas no processamento dos plásticos, ou mesmo impedir a sua produção. Atualmente um dos desafios para assegurar a eficácia do processo de reciclagem, está na separação e limpeza dos resíduos, pois este processo é muito sensível a impurezas (Wu, G., Li, J., Xu, Z, 2012).

É importante evidenciar que alguns fatores limitam a capacidade de reciclagem, tais como, os resíduos contaminados com solo, areia e pesticidas, quando há mistura de diferentes tipos de plásticos, aditivos e pigmentos presente nos resíduos e também o envelhecimento do plástico que foi exposto demasiado tempo ao sol, radiação ultra violeta, tornando-o inútil de ser reciclado (Briassoulis, et al, 2012).

As técnicas de produção de materiais apresentadas como soluções para os resíduos do sistema de rega são apenas aplicáveis a polímeros termoplásticos uma vez que podem ser reciclados. Sugerem-se assim diferentes métodos de processamento de materiais plásticos, a partir dos resíduos agrícolas: moldagem por injeção, rotomoldagem, extrusão e moldagem por sopro.

Os polímeros termoplásticos usados nestes processos podem ser de diferentes tipos como são o caso o PE, PP, poliestireno, PS, politereftalato de polietileno, PET e policloreto de vinilo, PVC, dadas as suas diferentes características é possível fabricar materiais de diferentes tamanhos, formas e para diversas utilidades. De forma geral, possibilitam o fabrico de mobiliário, alguns utensílios domésticos, materiais utilizados na indústria e também equipamentos médicos.

Neste estudo são apenas considerados os polímeros de PEAD, PEBD e PP, dadas as características da fita de rega, gotejador, uniões e bobine.

A partir do PEAD e PEBD é possível obter garrafas, tubos, cabos de isolamento e alguns tipos de brinquedos (United Plastics Components, 2016). O PP utiliza-se para fabricar geralmente embalagens, utensílios de laboratório e no sector automóvel é usado no revestimento de ventiladores e tubagens de aquecimento (Smith, 1997). Atualmente, é muito usado em electrodomésticos e também no fabrico de sacos de plástico (United Plastics Components, 2016).

No entanto, as embalagens recicladas não são consideradas seguras para guardar alimentos uma vez que os aditivos presentes no plástico podem contaminar os alimentos (Briassoulis et al., 2013).

4.4.2.1. Moldagem por injeção

Neste processo os fragmentos de plástico são colocados no funil de alimentação, até chegar a um parafuso em rotação que vai empurrando o plástico no sentido do molde, o movimento rotativo desempenhado pelo parafuso provoca o contato dos plásticos com a parede aquecida do cilindro e devido ao calor de compressão do atrito provoca o derretimento do material plástico num líquido viscoso. O parafuso pára de funcionar, quando na sua extremidade tem material fundido suficiente, impulsionando esse material para as cavidades do molde fechado, mantendo a pressão até o material solidificar. O molde arrefece com água, é aberto e a peça é ejetada (Smith, 1997).

Abaixo na figura 23, apresenta-se um esquema de uma máquina de moldagem por injeção.

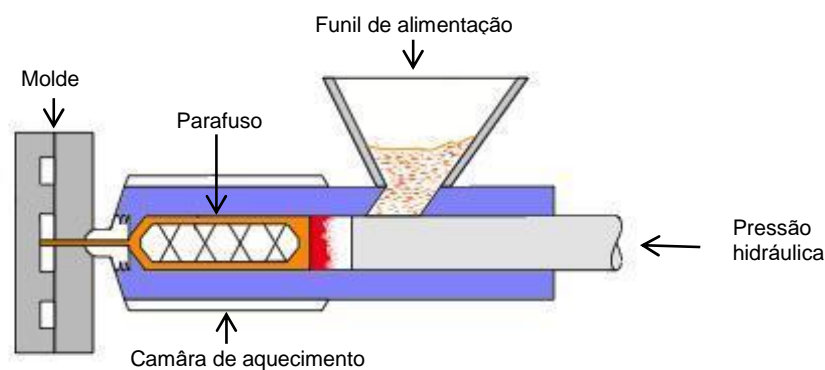


Figura 23 – Secção de uma máquina de moldagem e injeção (Adaptado de Callister, 2007)

Este é um processo bastante vantajoso uma vez que a produção de peças ocorre a elevada velocidade e as peças produzidas geralmente apresentam um bom acabamento e é possível fabricar peças complexas. No entanto, só é possível obter um produto de elevada qualidade se houver um controlo rigoroso (Smith, 1997).

4.4.2.2. Rotomoldagem

Neste processo, o plástico em pó é colocado nos moldes que vão ser aquecidos e submetidos a um movimento biaxial, este por sua vez em conjunto com o calor do forno, provoca então o processo de moldagem. A peça é retirada e arrefecida com jactos de ar ou água e finalmente será retirada do molde (Rotovedras, 2016).

4.4.2.3. Extrusão

As fracções de plástico são colocadas no funil de alimentação aquecido, provocando o amolecimento do plástico que é obrigado a entrar numa matriz, devido a ser forçado por um parafuso rotativo e assim podem obter-se diferentes formas. Após sair do molde, a peça tem de ser arrefecida, geralmente a partir de jactos de ar ou água. Este processo permite produzir materiais cuja constituição tem diferentes tipos de plásticos e diversas formas como tubos, filamentos e estruturas (Smith, 1997).

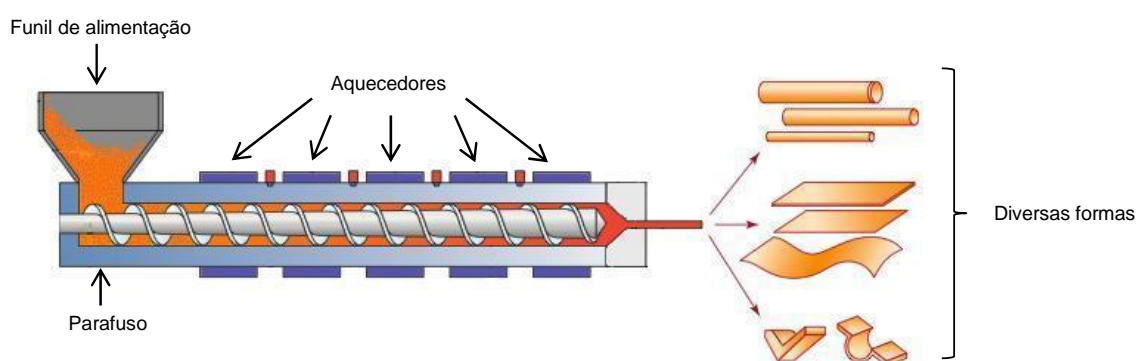


Figura 24 – Secção de uma máquina de extrusão (Adaptado de Callister, 2007)

4.4.2.4. Moldagem por sopro

Uma pré-forma, tubo de plástico aquecido, é colocado num molde de duas peças com a configuração desejada, a peça é obtida a partir de sopragem que pode ser através de ar comprimido ou vapor de água sob pressão, de forma a forçar o plástico contra as paredes do molde (Callister, 2007).

4.4.3. Fitas de rega biodegradáveis

Para além de reaproveitar e reciclar a fita de rega e acessórios seria interessante estudar com mais detalhe a possibilidade de produzir fita de rega a partir de matéria-prima biodegradável como forma alternativa e viável de substituição das fitas de rega fabricadas com os plásticos convencionais, referidos ao longo deste trabalho.

Uma vez que este tema não é completamente desconhecido, tendo em conta que atualmente estes plásticos biodegradáveis são utilizados no sector agrícola de forma a

substituírem os plásticos convencionais de PE, em concreto os plásticos de cobertura do solo para diversas culturas. A matéria-prima que geralmente é utilizada na produção dos plásticos de cobertura são polímeros à base de amido, que confere características de durabilidade e flexibilidade ao plástico, devido aos elevados teores de amilose. No entanto existem outros tipos de matérias-primas que estão em estudo, assim como a ácido poliláctico, APL, copolímero polihidroxibutirato, PHB, copolímero de policaprolactona, PCL e amido e óleo vegetal revertido de papel Kraft (Kasirajan e Ngouajio, 2012).

Como tal, é também importante e relevante estudar a possibilidade de produzir fitas de rega biodegradáveis, reduzindo assim os resíduos gerados no sistema de rega gota-a-gota.

Estes bioplásticos assumem vantagens perante os plásticos convencionais, que devem ser retirados do campo e posteriormente deverão ser reciclados, enquanto os resíduos agrícolas produzidos com plásticos biodegradáveis não necessitam de ser retirados do campo uma vez que são incorporados no solo juntamente com os resíduos da cultura, o que também diminui os custos de mão-de-obra tornando-se aliciante para os produtores agrícolas.

A incorporação poderá ser realizada com uma grade de discos e deverá evitar que frações muito grandes de plástico fiquem no solo, para facilitar a acção dos microrganismos (Agrobiofilm, 2013).

A degradabilidade dos plásticos biodegradáveis no solo resulta da acção de microrganismos como as bactérias, fungos e algas, que transformam o material biodegradável em água, biomassa e CO₂ sem que haja algum efeito prejudicial para o solo, dependendo da matéria-prima, da sua composição química, estrutura do produto final e das condições onde irá ocorrer a biodegradabilidade (Agrobiofilm, 2013).

Caso este projeto de fabrico de fita de rega a partir de plásticos biodegradáveis fosse aplicado para a cultura do tomate para indústria, haveria apenas necessidade de retirar os acessórios associados ao sistema de rega e de seguida poderia incorporar-se a fita de rega no solo. O tempo de degradação no solo para esta cultura deverá ser no máximo de 5 meses, para garantir que no início da campanha seguinte, em Março, todo o plástico se degradou.

No entanto algumas condicionantes deverão ser consideradas, uma vez que as fitas de rega quando estão em funcionamento são submetidas a uma determinada pressão, isto é, o plástico biodegradável para as fitas de rega deverá ser resistente às pressões a que a fita é sujeita. Como foi possível verificar neste estudo, a espessura mais utilizada nas fitas de rega para a cultura do tomate para indústria, varia entre 0,15-0,20 mm sugerindo assim aumentar a espessura de forma a obter uma fita mais resistente.

Tal como a fita, também os gotejadores teriam de ser fabricados a partir de material biodegradável, uma vez que no final da campanha o objetivo é incorporar as fitas de rega no terreno.

O sistema de tratamento da água assim como o sistema de filtragem, deverá ser bastante rigoroso para evitar ao máximo a entrada de partículas que possam por em causa o funcionamento da fita de rega e gotejadores.

No entanto, atualmente existem estudos de fita de rega enterrada que tem uma elevada capacidade de se degradar no solo. Os danos na fita de rega após a colheita da cultura com auxílio de maquinaria adequada, são também muito reduzidos.

5. CONCLUSÕES

Com este trabalho pretendeu-se estudar, em concreto na cultura do tomate para indústria, os resíduos associados ao sistema de rega gota-a-gota, de forma a conhecê-los melhor do ponto de vista das suas características qualitativas e também quantitativamente, dado que atualmente no nosso País esta cultura assume uma elevada importância a nível social e económico. Dados estatísticos indicam que no ano 2014, exportou-se cerca de 95% da produção nacional (INE, 2014), sendo esta uma cultura bastante industrializada.

Através do inventário obtido neste trabalho, foi possível conhecer os resíduos em causa nesta cultura. A fita de rega representa o maior impacto ambiental, uma vez que para cada campanha anual de tomate para transformação em Portugal são necessárias 1900 toneladas de fita. Concluindo-se assim que as fitas de rega mais utilizadas nesta cultura são geralmente de PEAD e PEBD e as uniões são em PP, proveniente de materiais virgens.

Atendendo a todo o trabalho realizado e segundo os resultados obtidos conclui-se que de forma a minimizar os impactos ambientais gerados pelos resíduos agrícolas, deverão ser tomadas medidas mais rigorosas na gestão sustentável desses mesmos resíduos.

Em concreto e de acordo com este estudo, foram apresentadas 3 medidas que pretendem ser eficientes, assim como o reaproveitamento da fita de rega e uniões para outras culturas, reciclagem dos resíduos agrícolas quando não há possibilidade de reaproveitar e também a apresentação de uma hipótese futura de fabricar fitas de rega biodegradáveis.

Após o ensaio de reaproveitamento da fita de rega para uma 2ª campanha de tomate foi possível concluir que o reaproveitamento da fita de rega é mais adequado para pequenas hortas, onde não são necessários muitos metros tornando a manutenção mais simples uma vez que para grandes produtores, como na cultura do tomate para indústria, os entupimentos e furos podem ser um inconveniente demasiado relevante pondo em causa a cultura.

O ensaio no COTR, uma vez realizado o estudo da relação P-Q em fitas rega novas e usadas, verificou-se que não houve alteração nessa relação apenas foram verificados furos e alguns entupimentos, por este motivo seria interessante no ponto de vista dos avanços técnicos e tecnológicos desenvolver e/ou melhorar as alfaias utilizadas na colheita do tomate para indústria de forma a diminuir o número de rasgões e furos provocados durante a colheita. As uniões de fita de rega geralmente são utilizadas 2 campanhas, estas podem ser usadas até que deixem de exercer a sua função adequadamente.

Também a reciclagem dos resíduos agrícolas através de processos industriais como a moldagem por injeção, rotomoldagem, extrusão e moldagem por sopro, possibilitam o fabrico de novos materiais em plástico, como por exemplo diferentes tipos de embalagens, sacos, mobiliário ou utensílios domésticos.

Atualmente em Portugal existem empresas responsáveis pela recepção de material agrícola e da sua reciclagem. Como é importante que o processo de reciclagem seja eficaz é também essencial consciencializar os produtores agrícolas de forma a encaminharem os resíduos gerados nas explorações, para empresas responsáveis pela sua gestão adequada e eficiente (Richard, G.M, et al.,2011).

Futuramente seria interessante fabricar produtos agrícolas, tal como a fita de rega, as uniões e também as bobines, a partir de material reciclado uma vez que o fabrico desses materiais na sua grande maioria é feita a partir de material virgem, como constatado neste estudo.

No que respeita os plásticos biodegradáveis, existem diversas pesquisas e estudos que se focam no fabrico desses materiais, desta forma seria interessante analisar e estudar com mais detalhe a possibilidade de fabricar fita de rega a partir desses materiais, reduzindo o número de resíduos agrícolas e danos no ambiente. É importante que os plásticos biodegradáveis sejam mais promovidos e divulgados, dando a conhecer as suas vantagens de forma a serem utilizados por mais agricultores.

Atualmente, a importância de valorizar os inúmeros resíduos plásticos do sector agrícola é sem dúvida um desafio que apresenta cada vez mais interesse, como tal deverão ser tomadas medidas sustentáveis e eficientes que permitam reduzir a utilização de recursos naturais, possibilitando a diminuição de impactos ambientais, devido à redução de consumo de energia e emissões de gases poluentes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrobiofilm. 2013 [Online]. União Europeia. Disponível: <http://www.agrobiofilm.eu/#url> (Acedido 2 Setembro 2016).

Agrobiofilm. 2013. Films Biodegradables para Agricultura. El desarrollo de films biodegradables mejorados para cultivos de ciclo corto, ciclo longo y cultivos perennes, Silvex, pp. 123-127.

Almeida, D. 2006. Manual de Culturas Hortícolas (2ª. ed), Volume II, Lisboa, Editorial Presença, pp. 39-57.

Amaro, F., Mexia, A. 2006. Protecção Integrada em Tomate de Indústria, Lisboa, instituto nacional de investigação Agrária e das pescas, pp. 22-42.

Andreoni, V., Saveyn, H. G. M. e Eder, P. (2015) «Polyethylene recycling: Waste policy scenario analysis for the EU-27», *Journal of Environmental Management*. Elsevier Ltd, 158, pp. 103–110.

Briassoulis, D., Hiskakis, M. e Babou, E. (2013) «Technical specifications for mechanical recycling of agricultural plastic waste», *Waste Management*.

Briassoulis, D., Hiskakis, M., Babou, E., Antiohos, S. K. e Papadi, C. (2012) «Experimental investigation of the quality characteristics of agricultural plastic wastes regarding their recycling and energy recovery potential», *Waste Management*.

Callister, W.D. 2007. Materials Science and Engineering: An Introduction (7ª. ed), United States of America, John Wiley & Sons, Inc, pp. 560-570.

Challa G. 1993. "Polymer Chemistry – An Introduction", London, Ellis Horwood.

Clara, A. 2015. Sofisticação na Cultura do Tomate. Tomate da Castanheira do Ribatejo para o Mundo. *Agrotec*, pp. 44-47.

Eurostat [Online]. União Europeia. Disponível: <http://ec.europa.eu/eurostat> (Acedido 26 Março 2016).

Hestin, M., Faninger, T. e Milios, L. (2015) «Increased EU Plastics Recycling Targets: Environmental , Economic and Social Impact Assessment», (May), pp. 1–54.

Instituto Nacional de Estatística [Online]. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. Disponível: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE (Acedido 2 Março 2016).

Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Portal do clima 2016 [Online]. Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Disponível: <http://portaldoclima.pt/pt/> (Acedido 9 Julho 2016).

Irritec 2016 [Online]. Sevilha: Irritec. Disponível: <http://www.irritec.com/pt/c/fabricas/> (Acedido 30 de Julho 2016).

Kasirajan, S. e Ngouajio, M. (2012) «Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: A review», *Agronomy for Sustainable Development*, pp. 501–529.

Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. 2005. Manual de Fertilização das culturas, Lisboa, INIAP, pp. 19-138.

Madeira, M. A. V., Ricardo, R. P. 2013. Apontamentos sobre a constituição e propriedades dos solos e A base de referência para solos do Mundo e a Classificação dos solos de Portugal Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, pp. 1-13.

Magos, Irrigation Systems 2016 [Online]. Salvaterra de Magos: Magos. Disponível: <http://www.magos.pt/home.html> (Acedido 3 Agosto 2016).

Malcolm Richard, G., Mario, M., Javier, T. e Susana, T. (2011) «Optimization of the recovery of plastics for recycling by density media separation cyclones», *Resources, Conservation and Recycling*, 55(4), pp. 472–482.

Maroto, J.V. 2002. Horticultura Herbácea Especial (5ª. ed), Madrid, Edições Mundi-Prensa, pp. 406-445.

Maurício, A., Nunes, A.P. 2001. Tomate de industria em Protecção integrada, Lisboa, Direcção-Geral de Desenvolvimento Rural e Direcção Regional de Agricultura do Ribatejo e Oeste, pp. 15-71.

Meng, T., Klepacka, A. M., Florkowski, W. J. e Braman, K. (2016) «Determinants of recycling common types of plastic product waste in environmental horticulture industry: The case of Georgia», *Waste Management*, 48, pp. 81–88.

Miskolczi, N., Angyal, A., Bartha, L. e Valkai, I. (2009) «Fuels by pyrolysis of waste plastics from agricultural and packaging sectors in a pilot scale reactor», *Fuel Processing Technology*, 90(7–8), pp. 1032–1040.

NaanDanJain, A Jain irrigation company 2010 [Online]. NaanDanJain. Disponível: <http://www.naandanjain.com/> (Acedido 10 Agosto 2016).

Netafim 2016 [Online]. Israel: Netafim Disponível: <http://www.netafim.com/> (Acedido 11 Agosto 2016).

Nuez, F. 1995. El cultivo del Tomate, Espanha, Edições Mundi-Prensa, pp. 17.

Oliveira, I. 1993. Técnicas de Regadio (1ª. ed), Volume II, Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural, pp. 31-33.

Oliveira, I. 2011. Técnicas de Regadio (2ª. ed), Volume II, Edição do autor, pp. 973-984.

Picuno, P., Sica, C., Laviano, R., Dimitrijević, A. e Scarascia-Mugnozza, G. (2012) «Experimental tests and technical characteristics of regenerated films from agricultural plastics», *Polymer Degradation and Stability*, 97(9), pp. 1654–1661.

Presidência de conselho de ministros: Secretaria de estado do ambiente. 1978. Altas do ambiente, Carta de Solos Escala1:000000, Lisboa.

Queda, A.C .F. C. 2015. Guia de Métodos de Análise Laboratorial das Aulas Práticas da Unidade Curricular, 2º Ciclo, TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS, Editado pela Associação de Estudantes do Instituto Superior de Agronomia (AEISA), pp. 6.

Rajendran, S., Scelsi, L., Hodzic, A., Soutis, C. e Al-Maadeed, M. A. (2012) «Environmental impact assessment of composites containing recycled plastics», *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 60, pp. 131–139.

Raposo, J.R. 1994. A rega localizada: Gota-a-gota e miniaspersão, Lisboa, Edições Correio Agrícola, pp. 39.

Raposo, J.R. 1996. A Rega: Dos Primitivos Regadios às Modernas Técnicas de Rega, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 387-399.

Ren, X. (2003) «Biodegradable plastics: a solution or a challenge?», *Journal of Cleaner Production*, 11, pp. 27–40.

Ribeiro, H. M., Cabral, F., Vasconcelos, E. 2013. Textos de apoio às aulas práticas de nutrição vegetal, fertilidade do solo e fertilização, Lisboa, Instituto superior de Agronomia, pp. 33-42.

Rotovedras, Plastics Technology [Online]. Torres Vedras: Rotovedras, Plastics Technology Disponível: <http://rotovedras.pt/rotomoldagem/> (Acedido 25 Julho 2016).

Santos, J.Q. 2015. Fertilização: Fundamentos Agroambientais da utilização dos adubos e correctivos, Lisboa, Publindústria, Edições Técnicas, pp. 160-162.

Scarascia-Mugnozza, G., Sica, C. e Russo, G. (2012) «Plastic Materials in European Agriculture: Actual Use and Perspectives», *Journal of Agricultural Engineering*, 42(3), pp. 15–28.

Smith, W. F. 1997. *Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais* (3ª. ed), Lisboa, McGraw-Hill, pp. 345-357.

United Plastics Components [Online]. Ontario: United Plastics Technology Disponível: <http://www.upcinc.com/> (Acedido 15 Agosto 2016).

Wu, G., Li, J. e Xu, Z. (2013) «Triboelectrostatic separation for granular plastic waste recycling: A review», *Waste Management*, 33(3), pp. 585–597.

ANEXOS

ÍNDICE DOS ANEXOS

Anexo I - Regiões produtoras de tomate para indústria em Portugal e áreas declaradas.....	1
Anexo II - Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar para região <i>Centro, grande Lisboa e Alentejo</i>	4
Anexo III - Dados médios da precipitação mensal para a região <i>Centro, grande Lisboa e Alentejo</i>	7
Anexo IV - Análises à folha do tomateiro - Azoto e restantes macronutrientes.....	10
Anexo V – Análise da classe textural de solos	12

ANEXO I

Regiões produtoras de tomate para indústria em Portugal e áreas declaradas

Quadro 1 – Concelhos produtores de tomate na região *Centro*

NUTS III	CONCELHO	Produtores Inscritos (nº)	Áreas Declaradas (ha)
PINHAL LITORAL	LEIRIA	≤ 3	35
OESTE	ALENQUER	4	90
SUB-TOTAL		6	125
MEDIO TEJO	CONSTANCIA	≤ 3	33
	TORRES NOVAS	≤ 3	17
	VILA NOVA DA BARQUINHA	3	6
SUB-TOTAL		5	57
TOTAL		11	182

Quadro 2 - Concelhos produtores de tomate na região da *grande Lisboa*

NUTS III	CONCELHO	Produtores Inscritos (n.º)	Áreas Declaradas (ha)
GRANDE LISBOA	LOURES	8	163
	VILA FRANCA DE XIRA	44	2 735
SUB-TOTAL		52	2 898
PENINSULA DE SETUBAL	ALCOCHETE	≤ 3	6
	MONTIJO	19	267
	PALMELA	5	71
SUB-TOTAL		24	344
TOTAL		76	3 242

Quadro 3 - Concelhos produtores de tomate na região do *Alentejo*

NUTS III	CONCELHO	Produtores Inscritos (n.º)	Áreas Declaradas (ha)
ALENTEJO LITORAL	ALCACER DO SAL	≤ 3	47
	GRANDOLA	≤ 3	17
	ODEMIRA	≤ 3	26
	SANTIAGO DO CACEM	15	189
	SINES	≤ 3	24
SUB-TOTAL		21	302
ALTO ALENTEJO	ARRONCHES	≤ 3	149
	CAMPO MAIOR	6	309
	ELVAS	15	628
	MONFORTE	≤ 3	25
	MORA	≤ 3	1
	PONTE DE SOR	≤ 3	14
SUB-TOTAL		28	1 126
ALENTEJO CENTRAL	EVORA	7	597
	MONTEMOR-O-NOVO	8	198
	SOUSEL	≤ 3	72
	VENDAS NOVAS	5	40
	VILA VICOSA	≤ 3	43
SUB-TOTAL		23	950
BAIXO ALENTEJO	ALJUSTREL	≤ 3	59
	BEJA	≤ 3	30
	FERREIRA DO ALENTEJO	≤ 3	58
	OURIQUE	4	79
SUB-TOTAL		13	226
LEZIRIA DO TEJO	ALMEIRIM	66	1 568
	ALPIARCA	25	506
	AZAMBUJA	59	2 889
	BENAVENTE	36	1 637
	CARTAXO	90	3 264
	CHAMUSCA	11	343
	CORUCHE	18	264
	GOLEGA	16	362
	RIO MAIOR	33	289
	SALVATERRA DE MAGOS	55	1 463
	SANTAREM	46	649
SUB-TOTAL		455	13 235
TOTAL		540	15 839

ANEXO II

Temperaturas máximas, médias e mínimas do ar para *região Centro, grande Lisboa e Alentejo*

Quadro 1 – Temperatura máxima, média e mínima para região *Centro*

	Máximo	Médio	Mínimo
JAN	9,20	6,30	3,50
FEV	10,60	7,20	3,70
MAR	13,20	9,00	4,70
ABRI	15,20	10,80	6,40
MAI	18,80	13,70	8,70
JUN	23,70	18,00	12,20
JUL	28,80	21,90	15,10
AGO	28,90	22,10	15,40
SET	24,70	18,70	12,80
OUT	18,30	14,00	9,70
NOV	12,90	9,60	6,30
DEZ	9,30	6,60	3,90

Quadro 2 – Temperatura máxima, média e mínima para região da *grande Lisboa*

	Máximo	Médio	Mínimo
JAN	12,70	9,30	6,00
FEV	14,00	10,30	6,50
MAR	16,40	12,00	7,60
ABRI	18,00	13,60	9,20
MAI	21,20	16,20	11,20
JUN	25,70	19,90	14,00
JUL	29,80	23,10	16,30
AGO	29,90	23,30	16,70
SET	26,70	20,90	15,00
OUT	21,20	16,80	12,40
NOV	16,60	13,00	9,30
DEZ	13,00	9,90	6,80

Quadro 3 – Temperatura máxima, média e mínima para região do *Alentejo*

	Máximo	Médio	Mínimo
JAN	12,10	8,40	4,70
FEV	13,70	9,40	5,20
MAR	16,30	11,40	6,50
ABR	18,30	13,20	8,10
MAI	22,30	16,40	10,50
JUN	27,90	21,00	14,10
JUL	33,00	25,10	17,20
AGO	32,50	25,10	17,60
SET	27,90	21,40	14,80
OUT	21,50	16,50	11,50
NOV	16,10	12,10	8,10
DEZ	12,20	8,80	5,30

ANEXO III

Dados médios da precipitação mensal para a *região Centro, grande Lisboa e Alentejo*

Quadro 1 – Precipitação média mensal para região *Centro*

Meses	Precipitação média acumulada (mm)
OUT	65,00
NOV	95,30
DEZ	120,90
JAN	95,80
FEV	83,50
MAR	75,80
ABRI	84,30
MAI	40,50
JUN	16,50
JUL	1,70
AGO	4,90
SET	14,80
TOTAL	699,00

Quadro 2 – Precipitação média mensal para região *grande Lisboa*

Meses	Precipitação média acumulada (mm)
OUT	38,30
NOV	61,50
DEZ	81,40
JAN	59,30
FEV	56,10
MAR	52,80
ABRI	46,80
MAI	19,90
JUN	8,40
JUL	0,40
AGO	2,50
SET	8,70
TOTAL	436,10

Quadro 3 – Precipitação média mensal para região do *Alentejo*

Meses	Precipitação média acumulada (mm)
OUT	33,70
NOV	56,50
DEZ	71,30
JAN	49,90
FEV	45,10
MAR	48,40
ABRI	47,60
MAI	19,60
JUN	8,20
JUL	0,50
AGO	3,40
SET	7,90
TOTAL	392,10

ANEXO IV

Análises à folha do tomateiro - Azoto e restantes macronutrientes

Quadro 1– Teor de azoto na folha do tomateiro

Amostra	Peso da amostra	Volume ácido gasto (mL)	Título do ácido (N)	% N Kjeldahl (na matéria original)	média % N-Kj (na matéria original)
1	0,30	16,30	0,05	4,12	4,12
2	0,40	22,50	0,05	4,04	

Quadro 2 – Restantes macronutrientes na folha do tomateiro

Amostra	Peso da amostra (referente à m.s)	Leit.	Dil.	P (% na m.s)	MÉDIA	Leit.	Dil.	K (% na m.s.)	MÉDIA	Leit.	Dil.	Mg (% na m.s)	MÉDIA	Leit.	Dil.	Ca (% na m.s.)	MÉDIA
P3	0,523	0,63	2	0,60	0,58	1,86	2	1,78	1,85	0,55	2	0,52	0,54	5,00	2	4,78	4,92
P5	0,600	0,67	2	0,56		2,29	2	1,91		0,67	2	0,56		6,06	2	5,06	

* m.s – Matéria seca

ANEXO V

Análise da classe textural de solos

Quadro 1 – Análise da classe textural de solos (Adaptado de Madeira, 2013)

Amostra	Características no estado seco	Características no estado húmido	Classe Textural
1	Formada praticamente por areia, com tacto áspero	Não é pegajoso e não se consegue moldar em filamento	Arenosa
2	Alguns componentes ásperos, areia, mas também macios	Observam-se alguns fendilhamentos, dificuldade em formar curvatura. Não é pegajoso	Franco-Limoso a Franco-Arenoso
3	Toque macio, devido à constituição quase ou exclusivamente por materiais macios	Moldável em filamento, facilidade em criar uma curvatura. Pouco pegajoso	Argiloso